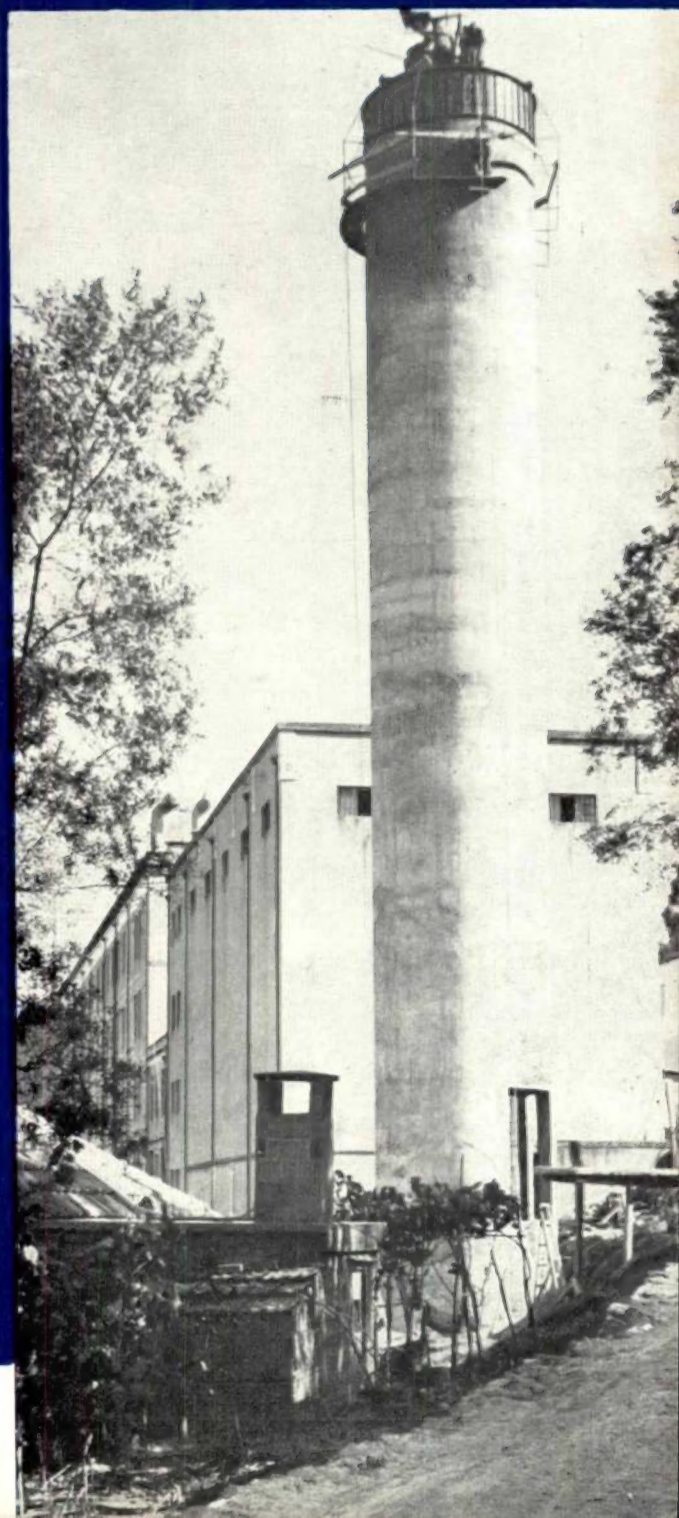
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 256 - NOVEMBRO - 1955

CIMENTO SECIL

O CIMENTO PARA OBRAS DE GRANDE RESPONSABILIDADE

4 fornos rotativos — 300.000 toneladas anuais

Fábrica no Outão — Setúbal

Lisboa — Rua do Comércio, 56-3.°

CAVAN

SOCIEDADE PORTUGUESA

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS

MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

MANILHAS PARA ESGOTOS

RUA D. ESTEFÂNIA, 42

TELEF. 47812-50129

LISBOA

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXX - N.º 256 Novembro de 1955

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

DIRECTOR

JOSÉ DO SACRAMENTO COSTA

ADMINISTRADOR

JORGE DO NASCIMENTO VALÉRIO

SECRETÁRIO

CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA

CORPO REDACTORIAL

EDUARDO ARANTES E OLIVEIRA

FERNANDO TIAGO SANCHES

RUI DO CARMO MOURA

JOÃO CARLOS DA MAIA NOGUEIRA

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Ultramar Português e Espanha	—	55$00	100$00
Estrangeiro	—	60$00	110$00

EDITOR E PROPRIETÁRIO

ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

COMPOSTO E IMPRESSO NA

Tip. JORGE FERNANDES, L.DA

RUA CRUZ DOS POIAIS, 103

LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Silo em Pessegueiro do Vouga, para a «Sociedade Industrial do Vouga, Lda.», com a capacidade de 4.000.000 kg de trigo. — Execução de «Construções Técnicas, Lda.», pelo sistema de moldes deslizantes «Prometo». — Aspecto da 1.ª célula, com a altura total de deslize de 31,17 m.

Págs.

A missão do engenheiro em Portugal

Pelo Prof. Eng.º José do Nascimento Ferreira Dias Junior . 59

Tratamento algébrico da técnica dos impulsos mediante operadores

Por Miguel da Silveira 63

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** 72

Microscopia electrónica

Pelo Eng.º Civil (I. S. T.) Mário José Santareno Pignatelli . . 73

Bombas centrífugas

Pelo Eng.º Quím.-Ind. (I. S. T.) António Sales Luís 85

Descarregadores em poço

Pelo Eng.º Civil (I. S. T.) Armando Lencastre 95

Problemas da via férrea moderna

Pelo Eng.º Civil (I. S. T.) Eduardo Ferrugento Gonçalves . . 107

Do Mundo Técnico 115

Biblioteca 119

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A

Pág.

A. Lopes da Silva XXVIII
Agência Geral de Material Eléctrico, Ltd.ª . . . . . XIII e XLIII
A. Gestetner, Ltd.ª XLIX
Ahlers, Lindley, Ltd.ª XVIII
Alfredo Alves XLVI
António Baró VIII
Azevedo & Pessi, Ltd.ª XI

B

Bethlehem Steel XXXIII
Blackwood Hodge XII
Bouhon & Irmão, Ltd.ª VIII

C

Canelas & Figueiredo, Ltd.ª XX
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . V
Companhia União Fabril VIII
Construções Técnicas, Ltd.ª VI
C. Santos, Ltd.ª . . . . . XIV e XXXVII

E

Edmond Dardel III
Edouard Dalphin . . . . . 4.ª da capa
Electro-Arco, Ltd.ª VIII
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª . . . . . XXVIII e XXXV
Empresa de Cimentos de Leiria . . . XLIV
Empresa Electro Cerâmica XLIV
Empresa de Produtos Asfálticos . . . IV
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Estabelecimentos Herold, Ltd.ª . . . XXXVI

F

Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, Ltd.ª XXXIV
Fábrica Portugal XXXI
Fundição e Construção Mecânicas XI

H

Harker, Summer & C.ª, Ltd.ª XLV
Henry Wiggin XXXIX
Henriques & Castro, Ltd.ª IV

Pág.

I

Indústrias Portuguesas de Zinco . . XLV
IST XLVII

J

J. E. Michaëlis de Vasconcellos (Eng.º) XXVI
Jayme da Costa, Ltd. XVII

L

Leacock (Lisboa), Ltd.ª XV

M

Manil XXXV
Máquinas de Precisão, Ltd.ª XLV
Martin, Leslie & C.ª Ltd. VI
Monteiro Gomes, Ltd.ª . . . . . X e XXXVIII

N

Nordberg XXX

P

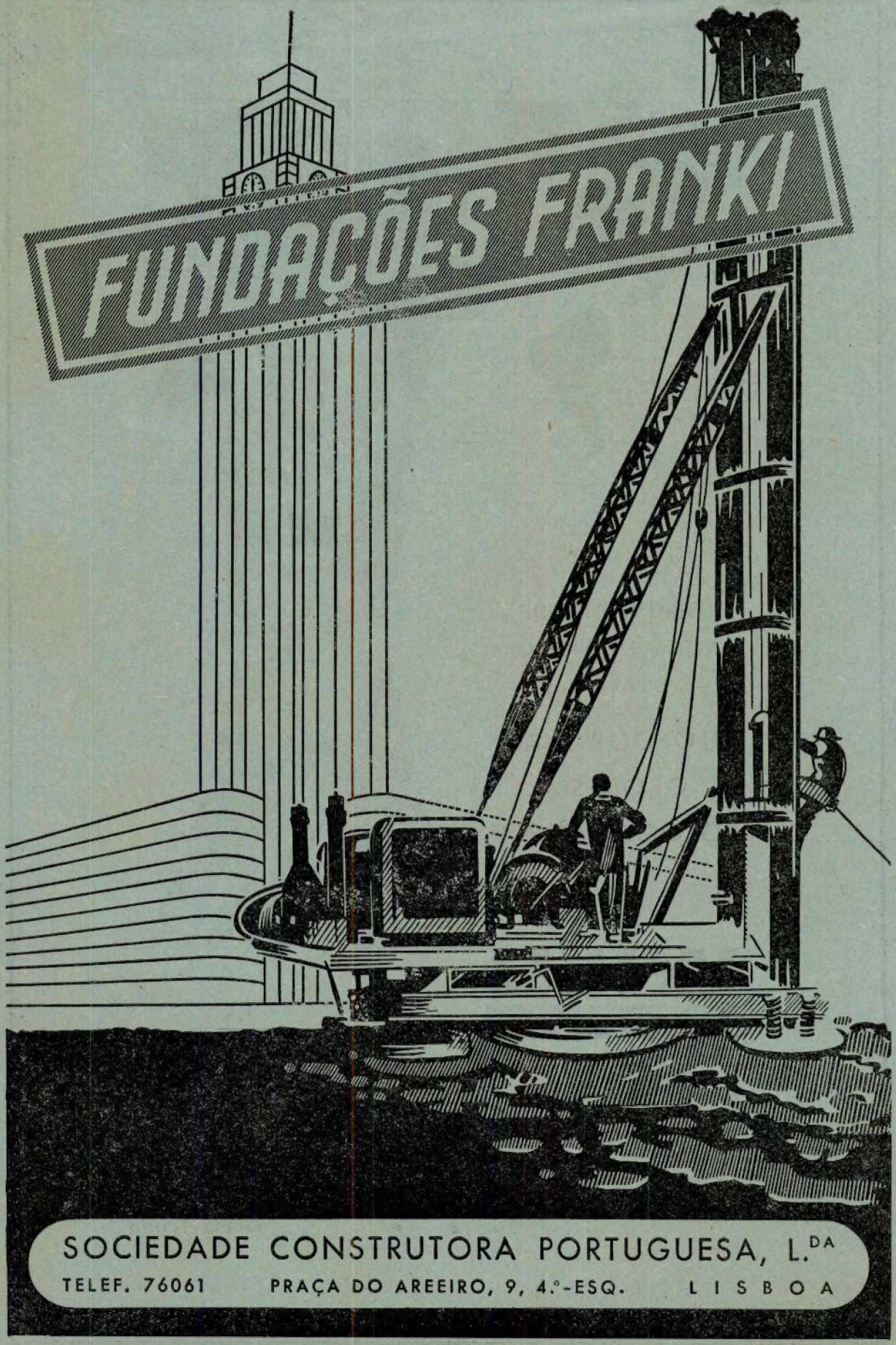
Papelaria Fernandes XXI
Pilkington Brothers, Limited XXVI
Pimentel & Casquilho, Ltd.ª II

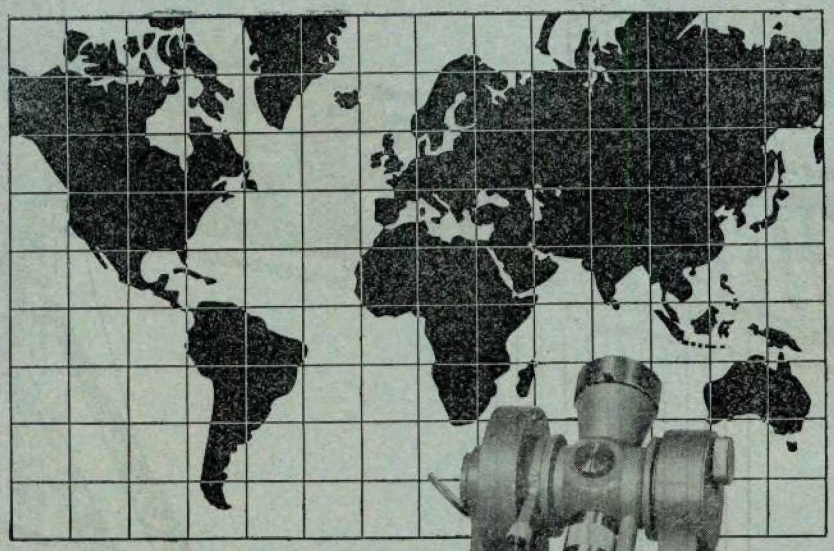
S

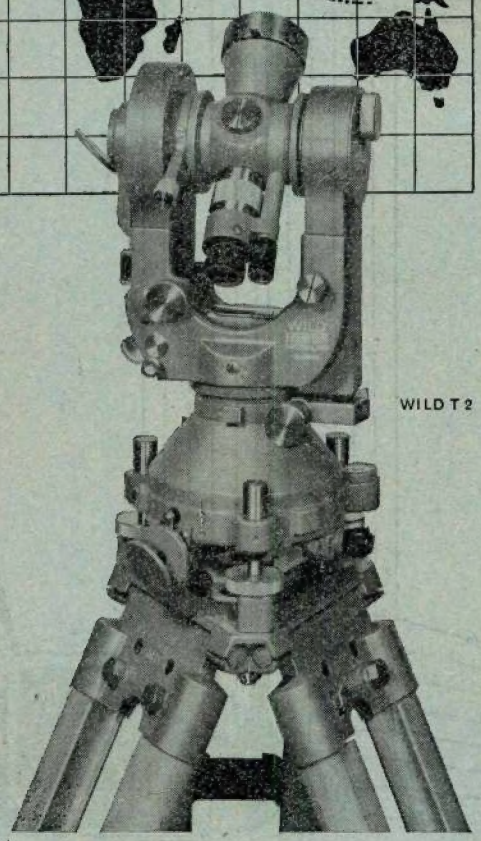
Senna, Botto & Leitão, Ltd.ª XXXII
Siemens — Comp.ª de Electricidade IX
SKF XXVII
SMEIA . . . . . VII, XL e XLII
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Sociedade Ericsson de Portugal, Ltd.ª XLI
Sociedade Fabril de Matérias Plásticas XXIII
Sociedade Húngara para o Comércio das Instalações Fabris . XIX e XXIV
Sociedade dos Mármores de Portugal, Ltd.ª XLIX
Sociedade Portuguesa Cavan . . . . 2.ª da capa
Sociedade Técnica de Hidráulica . . V
Socony-Vacuum Portuguesa XV
Socotel XXV
Sondagens Ródio, Ltd.ª XLIX
Staedtler . . . . . 2.ª da capa
Standard Eléctrica XLVIII

T

Technoimpex . . . . . XXII e XXIX


FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 76061
PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ.
LISBOA





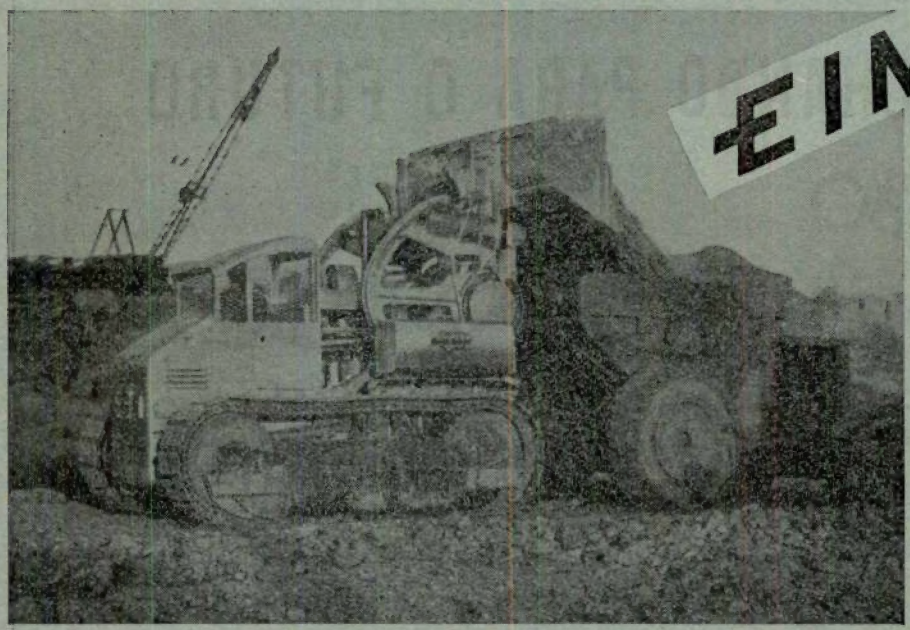
INSTRUMENTOS DE
ALTO RENDIMENTO
PARA

TOPOGRAFIA
GEODESIA
FOTOGRAMETRIA

WILD
HEERBRUGG

A MARCA DE REPUTAÇÃO MUNDIAL

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA
R. EUGÉNIO DOS SANTOS, 75 • LISBOA
TELEF.: 24314 TELEG.: TECNA



EIMCO

Rocker Shovel
Patenteado

SIMPLICIDADE

COMPACIDADE

ROBUSTEZ

peso 17.000 kg
balde 1.110 litros

ATÉ AO

TRACTOR ESCAVADOR 105

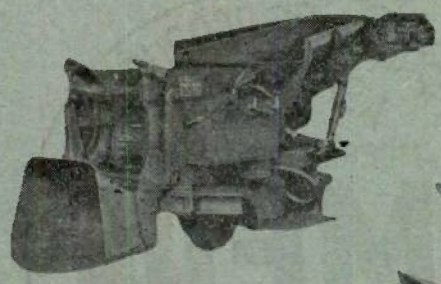
SUPERIOR A ESCAVADORA CLÁSSICA

Resolvendo o problema da carga tanto em pedreiras como em galerias e com qualquer veículo

MÍNIMO VALOR DE COMPRA
MÍNIMO CUSTO DE CONSERVAÇÃO

ENERGIA pouco consumo { AR COMPRIMIDO / ELÉCTRICA / DIESEL

ao modelo 21 a ar comprimido corresponde o modelo 630 montado sobre lagartas

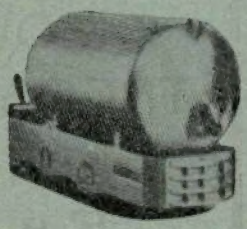


Modelo 40

Modelo 21

Modelo 12-B

Locomotiva a ar



TODA A GAMA DE CARREGADORAS SUBTERRÂNEAS

Milhares de unidades trabalhando em todo o Mundo

•

AGENTE EXCLUSIVO

EDMOND DARDEL

Rua Rodrigues Sampaio, 19-4.º-B — LISBOA

Telef. 4 2289

TRABALHANDO PARA O FUTURO

RESISTÊNCIA
E DURAÇÃO

UM PRODUTO
DA

AS TINTAS CEMPEXO
EMBELEZAM E PROTEGEM OS EDIFÍCIOS

PORQUE SÃO
HIDRÓFUGAS
E
PETRIFICANTES

DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL

HENRIQUES & CASTRO, Lda.

AVENIDA CONDE DE VALBOM, 96
LISBOA

TELEF. 77 5057

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

COLAGEM DE TACOS DE MADEIRA

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONES { 4 2651 / 4 2156

TELEG. EPALDA—LISBOA

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 2 0464 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

FIBROCIMENTO
Cimianto

Sociedade Técnica de Hidráulica

S. A. R. L.

Av. Fontes Pereira de Melo, n.º 14

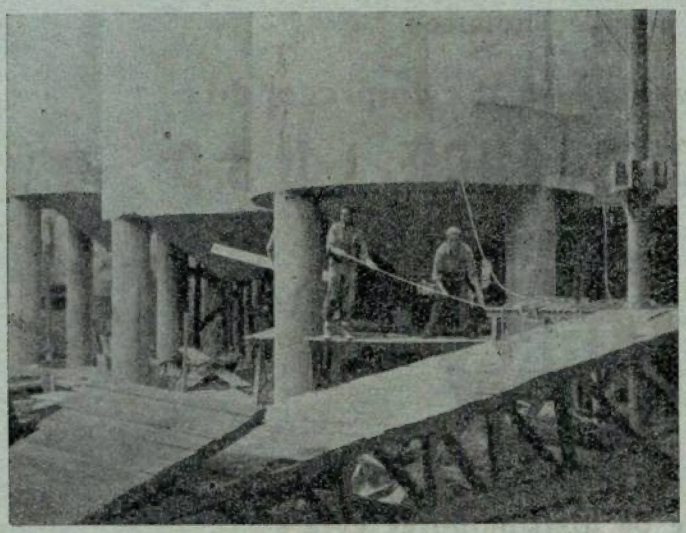
Telefones 4 07 98 — 5 71 27/8

LISBOA

AGENTES E REVENDEDORES
EM TODO O PAÍS

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, L.DA

Praça do Município, 13, 3.º — LISBOA — Telefone 22344



Nave inferior das células do silo de betão armado, de 2 400 t de trigo, em execução no Porto, para a Sociedade Industrial Victória.

FUNDAÇÕES

BETÃO ARMADO

OBRAS PÚBLICAS

«GILSULATE»

ESTE PRODUTO EXCLUSIVO DA

AMERICAN GILSONATE COMPANY

CONSTITUI O MÉTODO MAIS PRÁTICO E MAIS ECONÓMICO PARA ISOLAMENTO E PROTECÇÃO CONTRA A CORROSÃO DE TUBOS QUENTES ENTERRADOS

PEÇA PORMENORES AOS AGENTES GERAIS:

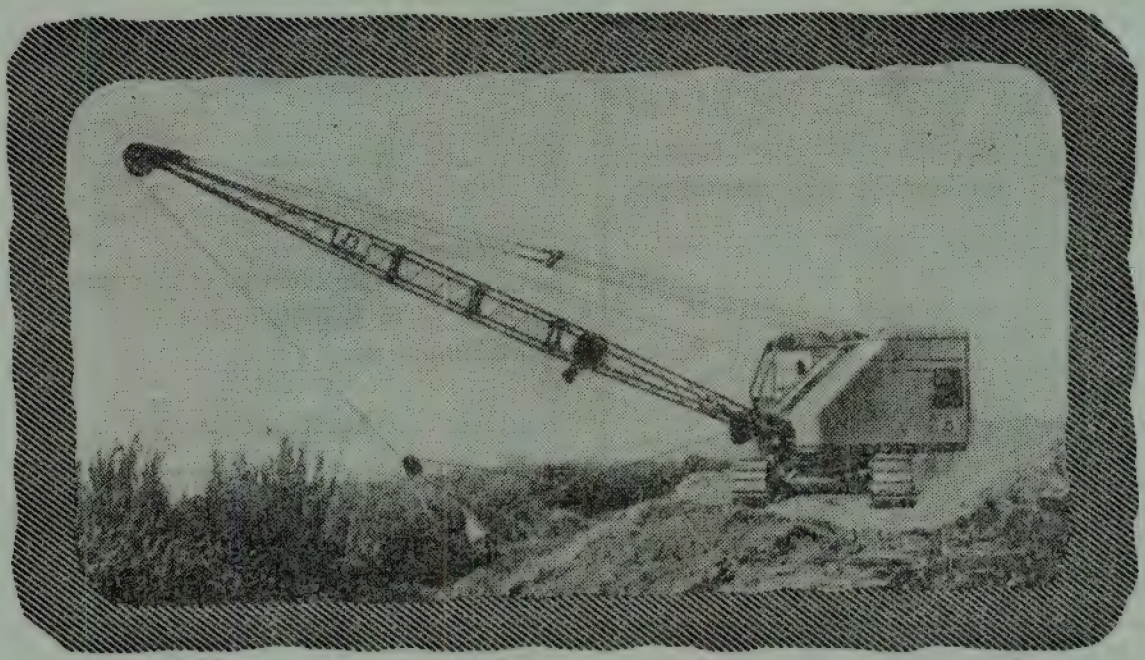
MARTIN LESLIE & CIA. LDA.

CAMPO DAS CEBOLAS, 43, 3.º, D. — LISBOA

TEL. 35234

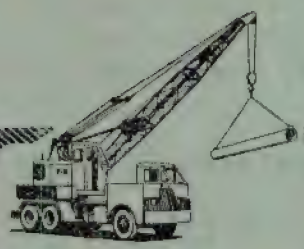
A ESCAVADORA P&H MODELO 255-A (3/4 j. c.)

CONSTRUIDA NA EUROPA SOB SUPERVISÃO DA P&H



- Toda construida em aços especiais e soldadura, o que significa maior robustez e menos peso.
- Menores despesas de operação e manutenção — Maior duração.
- Montada sobre rastos do tipo tractor o que proporciona deslocações mais seguras.
- Fàcilmente convertível em seis máquinas diferentes: «Draglines», Guindaste, Bate-estacas, Retro-escavadora, «Clamshell» e Escavadora.
- Todas as peças podem ser utilizadas indistintamente pelo modelo europeu e americano.

HARNISCHFEGER INTERNATIONAL
CORPORATION
MILWAUKEE, 46, WISCONSIN, U. S. A. CABLE: "HARNINCO"
Sucursal europeia: Harnischfeger Vertriebs G. m. b. H.
ALLEESTR. 33, DUESSELDORF, ALEMANHA
Consulte o Representante Exclusivo



SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA, S. A. R. L.
•
Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8
LISBOA

SMEIA

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA
LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 63649
PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

Companhia União Fabril
Sede: Rua do Comercio, 49
LISBOA

O MAIOR AGRUPAMENTO INDUSTRIAL DA PENINSULA IBÉRICA

Fábricas em:
Alferrarede, Barreiro, Canas de Senhorim, Lisboa, Mirandela, Óbidos, Porto, Soure e Vila Nova de Gaia.

Superfosfatos, Sulfatos de Cobre, Enxofre, Sabões, Acidos, Oleos industriais e alimentares, Azeites, Torteame, Sacarias, Grossarias, Fios, Carpetes e Mangueiras.

Oficinas de:
Construções metalicas, Mecânica geral de Automoveis e Engrenagens

Fundição de:
AÇO, FERRO E OUTROS METAIS

Construção Naval

(Arrendataria do estaleiro naval da A. G. P. L.)

Metalurgia de Ouro e Prata — Refinação electrolitica

- Isolamentos térmicos, acústicos e contra fogo.
- Purgadores para vapor de todos os tipos.
- Válvulas de passagem para vapor.
- Válvulas reguladoras de temperatura de vapor, água e ar.
- Válvulas redutoras de pressão de vapor e água.
- Aparelhos de tratamento de água.
- Tubo metálico flexível em tombaque.
- Reguladores de combustão para caldeiras de aquecimento central.
- Cimentos e plásticos refractários.

Pedidos a

BOUHON & IRMÃO, LTD.

Em Lisboa: Avenida Júlio Dinis, 26, r/c Esq.
Telef. 773603 e 778685

No Porto: Rua Antero de Quental, 615
Telef. 40124

MATERIAL ELÉCTRICO
para instalações de alta e baixa tensão

ESPECIALIDADES **GARDY:**

Corta-circuitos e cartuchos de alto poder de corte
Disjuntores para força motriz e iluminação
Disjuntores de calibres variáveis
Disjuntores MINIHUILLE, até 35 kV
Dispositivos de corte em carga para seccionadores, etc.

REPRESENTANTE:

ANTÓNIO BARÓ
Rua da Assunção, 99-2.º-Dt.º
LISBOA

SIEMENS

A Tradição coma energia vital

Sem que possa traduzir-se por números, a energia vital da Tradição alinha entre os mais importantes valores que constituem o activo de realizações da Casa Siemens. Nasce ela da experiência ganha nas realizações práticas que os manuais profissionais não registam e nenhuma escola superior pode fornecer. Consequentemente, e em sentido mais lato, a Tradição cria as forças propulsoras decisivas para a prosperidade de qualquer empresa, as quais se traduzem na satisfação pelo trabalho, seriedade de investigação e na consiência das responsabilidades perante a obra a realizar.

A construção dos grandes geradores e motores oferece-nos justamente um dos exemplos clássicos da actividade fabril com raízes numa antiga tradição. Desde 1866, ano em que Werner Siemens construiu o primeiro dínamo, gerações de investigadores e tecnicos vêm incansàvelmente labutando pela progressiva valorização do princípio electrodinâmico no domínio da técnica das correntes fortes. Hoje as fábricas Siemens-Schuckertwerke fornecem geradores com uma capacidade milhões de vezes mais elevada do que a da primeira máquina.

A primeira máquina electrodinâmico construida por Werner Siemens no ano de 1866

SIEMENS & HALSKE AG · SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AG

BERLIN · MÜNCHEN · ERLANGEN

REPRESENTADAS EM PORTUGAL POR

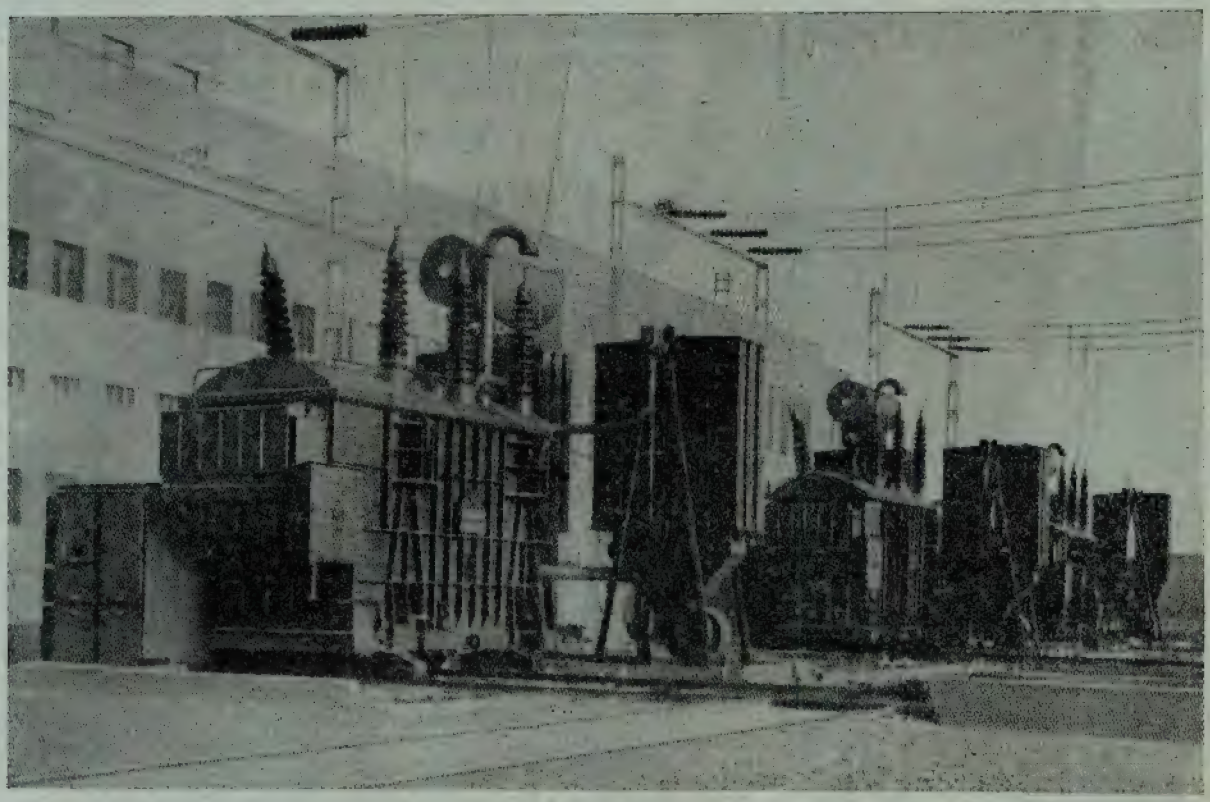
SIEMENS COMPANHIA DE ELECTRICIDADE S.A.R.L.

LISBOA, R. AUGUSTA, 118-10 · PORTO, R. DAS CARMELITAS, 12

TRANSFORMADORES 'ENGLISH ELECTRIC'

No vastíssimo programa de produção da «The English Electric Company Limited», incluem-se transformadores com potência de 5 k V A a 100 M V A e tensões até 275 kV, fornecidos para as diferentes partes do mundo.

Na figura vê-se três transformadores trifásicos «English Electric» de 31.250 k V A, relação 138.000/10.500 V, instalados na Central de Teruel da Empresa Nacional Calvo Sotelo em Espanha.



THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LIMITED

Fábricas em: **Stafford, Rugby, Preston, Bradford e Liverpool**

•

Representantes exclusivos para Portugal e África Ocidental Portuguesa:

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

Sede: **Rua Cascais, 47 (Alcântara) — LISBOA**

Sucursais: **PORTO, BEJA, VILA FRANCA DE XIRA e LUANDA**

FUNDIÇÃO E CONSTRUÇÃO MECÂNICAS

S. A. R. L.

OEIRAS

Uma grande organização na «Indústria Metalúrgica e Metalomecânica nacional»

Com **Fábrica** onde se produz:

Fundição de ferro, Ferros Ligas e Metais, Esmaltes — Esmaltagem

OFICINAS DE SERRALHARIA E FORJAS

Alguns artigos de série:

Banheiras de ferro fundido esmaltado — Todos os artigos sanitários para casa de banho e cozinha — Caldeiras e radiadores para aquecimento central — Salamandras — Fogões e fogareiros a gás — Fogões a lenha e carvão — Escadas e escadotes — Tábuas de engomar — Material para construção civil (aros para claraboias, sifões de pátio, ventiladores, portinholas, olhos de boi, autoclismos, etc.) — Bancos de jardim — Candeeiros para iluminação pública, etc.

PROJECTOS, ORÇAMENTOS E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES E AQUECIMENTO CENTRAL

Vendas directas ao comércio da especialidade

Telefones:
Serviços 043 324 a 043 327
Administração 043 156
Secção Aquec 4 1110 - 45301

Teleg. Fundição — OEIRAS

Correio: Apartado 711
LISBOA — CENTRAL

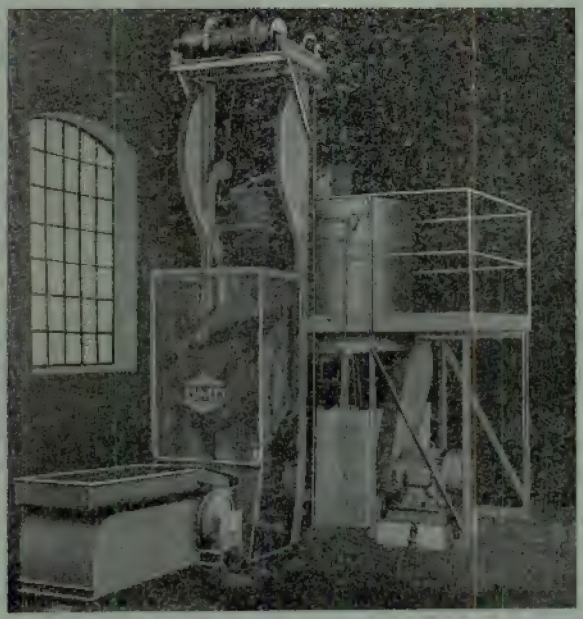
SECÇÃO DE AQUECIMENTO

Av. António Augusto de Aguiar, 7-A

Telefone 4 1110

BADISCHE MASCHINENFABRIK A. G.

KARLSRUHE - DURLACH — ALEMANHA



INSTALAÇÕES COMPLETAS
PARA FUNDIÇÕES

ESTUDO DE PROJECTOS

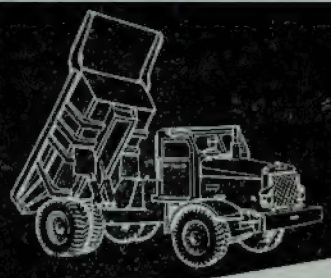
REPRESENTANTES

AZEVEDO & PESSI, L.DA

Rua Nova do Almada, 46 — LISBOA

Telef. 2 0354 - 2 4495 - 2 9879

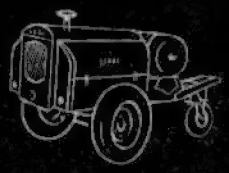
OVIC 294



BLACKWOOD HODGE
BLACKWOOD HODGE (PORTUGAL) LDA

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS DE

Camiões basculantes, de 10 a 50 toneladas
«Scrapers» de 5,5 a 18,5 m.c.
Vagões de descarga pelo fundo, de 22 a 40 toneladas
Carregadores mecânicos com produção de 820 m. c. por hora
Escavadoras de lagartas e pneus, de 0,287 a 45,5 m.c.
Guindastes
Cilindros e Máquinas para conservação de estradas
Moto-niveladoras
Tracto-valadoras
Máquinas para pavimentação de estradas
Compressores e ferramentas pneumáticas
Tracto-carregadores de pneus com descarga dianteira e traseira, e de lagartas
Betoneiras
Empilhadores e Transportadores industriais



EUCLID — BLACKWOOD HODGE
DOIS NOMES, DUAS GARANTIAS

BLACKWOOD HODGE

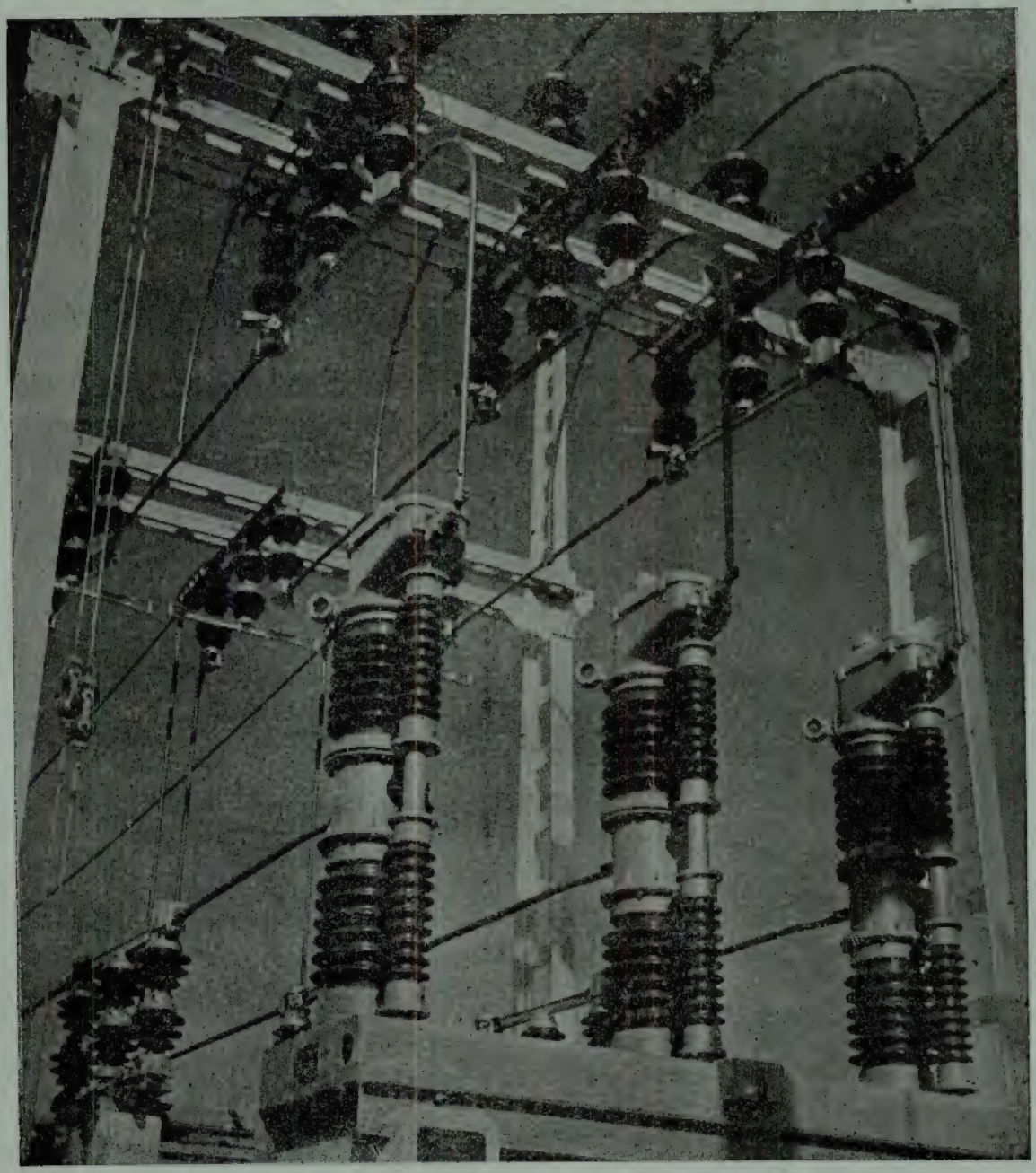
AV. ALMIRANTE REIS, 247-C • LISBOA • TELEF. 77 59 84-77 59 48

SUCURSAIS: LUANDA E LOURENÇO MARQUES

COMPANHIAS ASSOCIADAS, FILIAIS, OFICINAS E AGÊNCIAS EM TODO O MUNDO

DELLE

Ateliers de Constructions Electriques de la Compagnie Générale d'Electricité



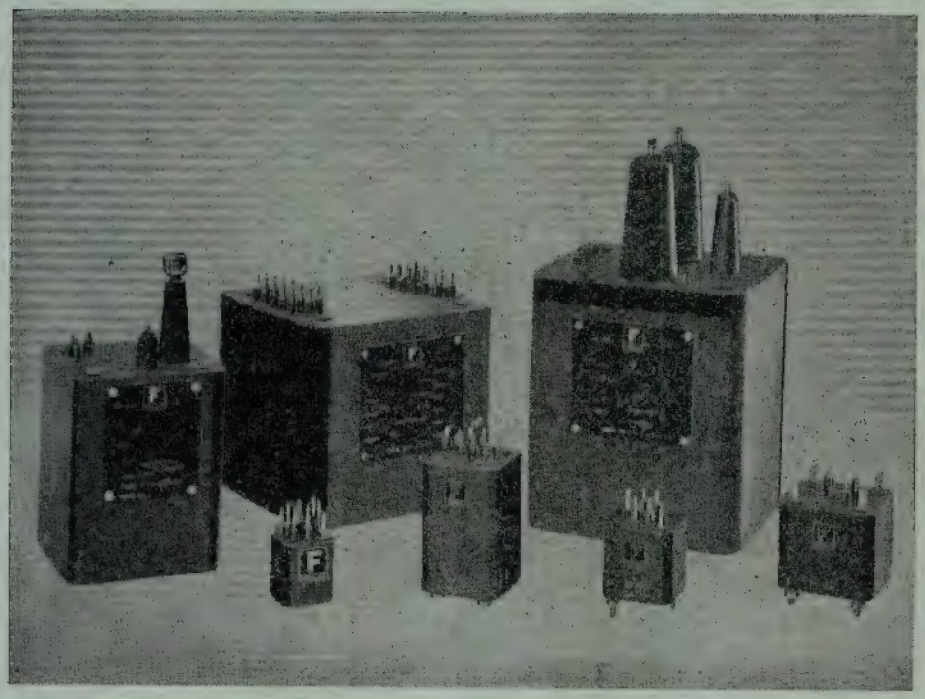
Disjuntores «DELLE» 60 KV
Subestação de Setúbal
Companhia Nacional de Electricidade

DELEGADOS EM PORTUGAL

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos INDUSTRIAIS, 4, 1.º (às Cortes) // LISBOA // Telefs. 66 06 92 - 66 60 82 - 66 06 04

NOVOS TIPOS DE TRANSFORMADORES E CHOKES TIPO PENTLAND EMBEBIDOS EM RESINA



TENDO AS SEGUINTES VANTAGENS:

- COMO OS COMPONENTES ELÉCTRICOS ESTÃO EMBEBIDOS EM RESINA SINTÉTICA ESPECIAL, FICAM PROTEGIDOS CONTRA POEIRAS, HUMIDADES, ÁCIDOS, ETC.
- COMO A RESINA FICA A ENVOLVER AS ARMADURAS, FICA MONOBLOCO E RESISTENTE CONTRA PANCADAS.
- PODEM ESTES TRANSFORMADORES OU CHOKES SER MONTADOS EM QUALQUER POSIÇÃO.
- DIMENSÕES MAIS REDUZIDAS QUE OS TRANSFORMADORES EM BANHO DE ÓLEO.
- SÃO PRÁTICAMENTE INCOMBUSTÍVEIS.

PARA MAIS INFORMAÇÕES DIRIGIR-SE A

C. SANTOS LDA.

DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA

Av. da Liberdade, 35, 1.º

LISBOA

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

VERITYS, LTD.
Motores eléctricos desde 1 até 125 H. P

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações eléctricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

F. PERKINS, LTD.
Motores Diesel marítimos.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico.

UTILIZE
88 ANOS
DE EXPERIÊNCIA

Este homem representa a Socony-Vacuum, uma companhia que serve a indústria desde 1866... que forneceu os primeiros lubrificantes para muitas das maravilhosas máquinas dos nossos dias.

Este homem é apoiado por produtos com maior tempo de prestação de serviço do que quaisquer outros lubrificantes... por competentes engenheiros da especialidade... pelos laboratórios melhor organizados... pela assistência dos grandes construtores de máquinas... enfim, **pelo maior** serviço de lubrificação do mundo!

Acreditamos que um homem com tal apoio pode ajudar V. Ex.ª a aumentar a eficiência das suas máquinas — a tornar mais proveitosa a sua laboração. Por que não o consulta?

Socony-Vacuum, o maior serviço mundial de lubrificação

GARGOYLE
MOBIL OIL PORTUGUESA

2616

TÉCNICA

DIRECTOR: JOSÉ DO SACRAMENTO COSTA ADMINISTRADOR: JORGE DO NASCIMENTO VALÉRIO
SECRETÁRIO — CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA
CORPO REDACTORIAL — EDUARDO DE ARANTES E OLIVEIRA, FERNANDO TIAGO SANCHES E RUI DO CARMO MOURA

Ano XXX - N.º 256 Novembro de 1955

C. D. 62.007.(469)

A MISSÃO DO ENGENHEIRO EM PORTUGAL

PELO ENG.º JOSÉ DO NASCIMENTO FERREIRA DIAS JÚNIOR
Prof. do I. S. T.

Conferência de abertura da «Semana de recepção aos novos alunos do I. S. T.», realizada no Salão Nobre do Instituto, em 7 de Novembro, a convite da A. E. I. S. T.

SENHORES PROFESSORES
SENHORES ESTUDANTES

Solicitado para dizer duas palavras aos novos alunos do Instituto Superior Técnico nesta «Semana de Recepção», é a eles que vou dirigir-me.

É meu dever, antes de tudo, saudar-vos em nome desta Escola, desejar-vos triunfo e ventura, e dizer-vos que jubilosamente vos recebemos nesta casa, como se fosseis legião de voluntários que se oferece a receber instrução para generosa campanha.

Sêde benvindos. Que vos seja possível encontrar aqui o ambiente que esperais e a formação que buscais; que aqui cimenteis, entre colegas, as mais sólidas amizades; e que a vossa passagem nesta Escola, com suas alegrias e seus pequenos desgostos, seja para toda a vida uma recordação que vos prenda.

Ocuparei os poucos minutos, em que tenciono falar-vos, da forma que me pareceu mais útil e oportuna: esboçar em largas pinceladas a paisagem da vossa vida de amanhã, distinguindo entre o que é universal — ou quase — e aquilo que mais directamente diz respeito aos problemas do nosso País.

A vida de engenheiro, a que conduz o curso que ides começar, é das actividades mais discutidas do nosso tempo; e a própria palavra engenheiro contém em si um mundo de interrogações. Se é título académico ou profissão, é a primeira dúvida em aberto; a legitimidade dos qualificativos que a ornamentam, desde o velho engenheiro civil ao moderno engenheiro de som, com passagem pelo geógrafo, pelo agrónomo ou pelo urbanista, é motivo eterno de opiniões em litígio; o âmbito da palavra engenheiro é tão vasto, tão diverso e tão difícil de precisar, em profundidade e em extensão, que os que têm procurado defini-lo, não conseguindo condensar em breve síntese quanto lhes parece útil, se alargam em estendida descrição — e o longo arrazoado sai mais discurso que definição.

Com uma ponta de humorismo poderá dizer-se que não se sabe ao certo o que é um engenheiro; mas um pouco de reflexão levar-nos-á a pensar que não é grande o inconveniente prático de tal ignorância.

A diversidade de funções que a engenharia abrange, agravada pela imprecisão de algumas delas, implica segunda imprecisão no que se refere às qualidades a atribuir ao engenheiro; se

somarmos todas aquelas que por diversos autores lhe têm sido exigidas, encontraremos um ser irreal, um monstro de virtudes e aptidões. Versado em Artes e douto em Humanidades, perito nas Ciências Puras que são a base e não menos perito nas Ciências Aplicadas que são a essência da profissão, hábil a projectar e não menos hábil a executar, seguro em Economia e mais ainda em Administração, prudente e calmo no prever, reflectido e firme no mandar, justo no julgar, generoso no premiar — eis algumas das qualidades que se respigam do muito que se tem escrito.

Mas não vos assusteis; tão pesado fardo de virtudes obrigatórias não é caso para que ninguém desista. Há muito bom engenheiro que não reune metade de tanto mérito junto, porque neste rebuscar de perfeição o homem dá largas à sua pendente enciclopedista, ultrapassando a natureza real, mais restrita em seus objectivos e necessidades.

No fundo, algumas qualidades serão precisas — umas que se possuam por natureza outras que se obtenham por educação — qualidades que serão diversas consoante o rumo que cada um seguir; mas não quero esconder-vos que a preparação do bom engenheiro, se não é trabalho de Hércules, é missão operosa, que exige dos que a seguem alguma dedicação ao estudo e algum desapego dos mundanismos da época.

Outro ponto que vos quero referir é o da posição das matérias que esta Escola ensina no quadro dos conhecimentos de hoje. O engenheiro, o corifeu da Técnica, apesar da remota existência de alguns seus antepassados — o arquitecto, o mestre de pedraria, o construtor de naus — é um produto específico do fim do século XVIII, que se multiplicou em grande escala — para alguns assustadoramente — na primeira metade do século actual; e a Técnica é ainda uma espécie de filha ilegítima do saber humano, que os filósofos e os moralistas, comovedoramente fiéis ao velho pensamento helénico, não raro buscam dissociar da Cultura — circunscrita às Humanidades, à Estética e às Ciências Morais — sempre com injustiça e quase sempre sem conceitos claros — de nada valendo o explendor de pensamento dos Descartes, dos Newton, dos Leibnitz ou dos Lagrange na estruturação da Mecânica, uma das grandes ferramentas do engenheiro.

Mas embora os filósofos rabujem — porque o rabujar, como o rir, é dom dos homens — o engenheiro marca na sociedade de hoje um lugar inconfundível de que depende cada dia mais a vida do seu semelhante; habituado no trato cotidiano a utilizar serviços que se impuseram como necessidades (transportes, energia, água, telefone), afeito insensìvelmente a dispor de produtos industriais, cujo fabrico em série, por métodos cientìficamente comandados, os levou a preços e qualidades nunca sonhados em épocas passadas e os tornou acessíveis às grandes massas (produtos químicos e farmacêuticos, metais, tecidos, etc.), o homem civilizado seria hoje incapaz de viver sem a ajuda e a influência do engenheiro. Se fosse possível, na nossa era, eliminar essa ajuda e essa influência de uma zona do Globo, ela despovoar-se-ia como as areias do Saará ou os gelos do Polo — e os filósofos maldizentes não seriam talvez os últimos a emigrar.

O pouco que fica dito resume a posição internacional do mester do engenheiro, que tem luz e tem sombra, como todas as profissões; em qualquer país, com pequena diferença, se levantam as mesmas dúvidas, se produzem os mesmos comentários, para se chegar, feitas as contas, ao mesmo resultado.

O que não há em toda a parte em igual grau é a penetração do engenheiro na vida nacional e o conceito de utilidade que o cidadão médio forma dos técnicos do seu país; isso aconselha a passar em revista alguns aspectos do caso português.

Atravessamos na história política e económica do nosso País um período de recuperação do prestígio e da riqueza que deixámos perder no século passado e no primeiro quartel do século presente com fantasias e desordem — a fantasia de termos virado as costas à revolução industrial e a desordem da casa onde não há pão nem ideais e onde os ociosos são muitos. Mas porque essa recuperação não pode atender a tudo ou porque se não apagou do espírito da nossa gente certo atávico menosprezo pelo trabalho nas artes mecânicas, que a antiguidade, presa dos encantos aristocráticos da Filosofia, chamava sórdido e vil e reservava aos que viviam na condição de escravos — por qualquer das razões, não é de nos dar satisfação o nível industrial da nossa terra; e se há

evolução sensível entre as datas da vossa e da minha entrada nesta Escola — 37 anos de intervalo — há ainda largo domínio em que progredir, para alcançarmos altura que dê horizonte e sossego a um engenheiro que começa a vida.

A obra de industrialização, que se identifica com a do saneamento da economia geral, escorvada durante a última guerra, tem prosseguido em ritmo, talvez regular mas seguramente lento; consome-se a vida no galopar dos anos, só raro se conseguindo o doce prazer de um resultado que suavize o ardor com que se espera.

Imagem desta verdade é a limitada capitação do consumo de energia eléctrica, que anda por $^1/_4$ ou $^1/_5$ da que se regista no centro da Europa; é o pequeno número de engenheiros em Portugal, que andará pela mesma proporção, porque o trabalho é pouco e muitos não entenderam ainda para que serve e como se utiliza o técnico de formação superior; é a nossa incapacidade de produzir certos artigos e, mais do que isso, a suspeita do consumidor, muitas vezes fundada — graças a Deus nem todas — sobre a qualidade dos que produzimos; é a natureza da nossa exportação, constituída em grande parte por produtos agrícolas ou matérias-primas e apenas escassamente por manufacturas — exportação vulnerável pelo pequeno número de cifras quantiosas; é, finalmente, o moderado nível de emprego da população portuguesa.

Precisa de uma explicação esta palavra moderado. As estatísticas, mesmo indiscutíveis como são, dão-nos uma ideia da realidade ligeiramente deformada; quando delas se conclui que o nosso nível de emprego é quase total, porque dos registos apenas constam escassas centenas ou milhares de desempregados, não se afirma uma verdade perfeita — porque há que ajustar o resultado à luz de uma interpretação mais apurada.

É que há em Portugal, numa proporção que suponho importante pelo número e diversidade dos casos que conheço, um regime de semi-emprego, em que se ganha muito pouco porque se trabalha pouco e se trabalha pouco por não haver onde trabalhar mais.

É o caso geral dos nossos meios rurais onde, abstraindo já do próprio trabalhador rural, as restantes classes do operariado ou da pequena burguesia, entre as quais se não pode dizer que haja desempregados, têm frequentemente empregos um pouco «frouxos», empregos que não enchem a capacidade de trabalho de um homem normal e que só podem ser remunerados em quotas de quase miséria — gente que vive na preocupação de encontrar um pleno emprego e que olha a grande cidade como farol que a encandeia. E é ainda o caso dos meios urbanos em que número apreciável de rapazes e raparigas trabalha em lojas ou escritórios numa situação de meio favor, mediante remuneração que muitas vezes não chega a meio milhar de escudos mensais.

Este regime de semi-emprego dá legiões de aspirantes a empregos completos; ainda há poucos meses, numa empresa em que trabalho, se inscreveram 150 candidatos em concurso para admissão de um escriturário; e o desequilíbrio entre a procura e a oferta de situações é conhecido de quantos trabalham neste meio.

A existência real de pleno emprego verifiquei-a há um mês em Inglaterra, não em estatísticas mas em dois factos que me impressionaram. Ao abrir a lista dos telefones de Londres, encontrei nas folhas da entrada, onde se explica a maneira de marcar e a significação dos sinais, uma página dedicada a convencer as raparigas inglesas a procurarem a situação de telefonistas; e ao entrar no metropolitano vi nas carruagens e nas estações cartazes em que se anunciava a admissão de pessoal de todas as categorias.

Que multidões acorreriam a estas chamadas se elas se fizessem entre nós?

Impõe-se-nos, aos que temos algumas responsabilidades e nos devotamos aos atractivos nefandos da Técnica, contribuir para criar condições de trabalho que consolidem a nossa economia ainda débil. Não basta para isso o programa oficial, lançado no caminho, indiscutível de prioridade e aliciante de vistoso, de impulsionar novos empreendimentos industriais ou novos centros de produção eléctrica — obras necessárias como guarda avançada do ressurgimento que estamos vivendo, mas não suficientes para encher o nosso desejo de perfeição e de altura. Há necessidade de uma obra persistente, tenaz, sistemática, a procurar solução para mil outros problemas, grandes e pequenos, que se ligam à vida da indústria; problemas fiscais, pautais, bancários, comerciais; regras de condiciona-

mento, de qualidade, de ensino; programas de modernização, de produtividade, de educação; regulamentos da indústria eléctrica — de apoio térmico, de distribuição, de orgânica — tudo isto aglutinado numa coordenação, que nos falta, no campo da produção industrial.

Suponho termos na nossa frente uma grande obra, feita de muitas pequenas parcelas — e é isso que a perde, que a torna menos bonita e festejada. Sem unidade material aparente, falta-lhe a primeira condição para convencer; sem carácter de necessidade imperiosa, escapa aos olhos de muitos a sua própria existência. O facto inegável do nosso progresso actual suscita a dúvida sobre se há outro progresso útil ou possível; e o fatalismo, que pesa sobre nós, de que os fados nos não dão direito a mais do que uma indústria de terceira classe, entorpece todo o esforço de reacção. A Nação parece desinteressada destes meandros da tecnologia — se é que não lhe reserva alguns pensamentos hostis; tenho como certo que é falta de apostolado, que deixa campear preconceitos velhos, mudados com o tempo em heresias de transparente anacronismo; se é imprudente sonhar ou prometer grandezas, esquecidos das limitações naturais, não o é menos abandonar o campo a uma rotina que tem dado suas provas.

Será difícil encontrar na história económica de qualquer país mudança substancial que tenha resultado de um só facto ou decisão, por largo e profundo que seja. As grandes viragens, se podem ter um ponto de partida, não são sua consequência imediata; são frutos que amadurecem lentamente, como resultado de uma acção, que pode ser ou parecer branda, mas que actua tenaz e sem tréguas numa direcção invariável, nas coisas grandes como nas pequenas; e nos resultados que se vão colhendo residem novos pontos de irradiação a permitir alcançar o alvo de um pensamento colectivo.

Criar este pensamento, quebrar o desinteresse pela realidade industrial, não é compatível com atitudes passivas de conformismo; há que agir — direi mesmo, há que lutar; não há apostolado sem luta de ideias. Mas luta que não é agressão, luta que não é arruaça; luta que é a atitude espiritual de estudar e esclarecer um problema, de desfazer conceitos que parecem respeitáveis só porque são erros com mais de um século; luta que é mais devotada à grei do que os elogios, nem sempre puros, com que procuram captá-la; luta que é mais patriótica do que certo tocar de clarins que às vezes só anuncia guerreia de partidos; luta que pode não ter êxito no choque com os preconceitos e interesses da geração actual mas que é susceptível de captar a generosidade e o calor das gerações novas.

Tomar posição nesta campanha é dever do Estado e dos particulares, porque a todos cabe sua tarefa; em especial os engenheiros, de cuja iniciativa e zelo depende em magna parcela a cotação técnica de um país, têm nesta obra missão do maior relevo, se não é para eles letra morta o prestígio da sua profissão; e a própria campanha corporativa em prol do emprego de engenheiros, se for feita pela via do fomento da indústria e da mudança gradual das fórmulas empíricas do trabalho, embora mais lenta, será bem mais estável e mais nobre do que se for ganha por imposição de decretos — se houver quem se disponha a assiná-los.

Na luta por esta causa, que também é ou será vossa, vós, os estudantes de engenharia, não tendes menos deveres. Não vos basta, para bem cumprir, estudar a sebenta ou o compêndio; estais em altura de começar a debruçar-vos, como futuros obreiros da economia nacional, sobre as grandezas, as fraquezas ou as dúvidas desssa mesma economia, regeitando dogmas e frases feitas, e tomando como lema que toda a posição existente, longe de obedecer à regra fisiocrática de ser o melhor possível, é, pelo contrário, susceptível de ser passada à fieira do conceito cartesiano da dúvida sistemática.

Se trabalharmos todos, seguramente conseguiremos algo.

E vou concluir. Na velha Atenas de há 2.300 anos, nos umbrosos jardins de Academus, sobre a porta da escola de Platão, estava escrita esta legenda famosa: *Não entre, se não é geómetra.* Sobre a porta do Instituto Superior Técnico deveria inscrever-se hoje este aviso aos estudantes: *Não entre, se não vem lutar.*

ASEA

UMA DAS GRANDES FÁBRICAS DE MÁQUINAS
E APARELHAGEM ELÉCTRICAS DO MUNDO

ALLMANNA SVENSKA
ELEKTRISKA AB
SUÉCIA

ALTERNADORES ✦ MOTORES ✦ TRANSFORMADORES
DISJUNTORES ✦ CONDENSADORES ✦ PÁRA-RAIOS
APARELHAGEM PARA ALTA E BAIXA TENSÃO
REGULADORES DE TENSÃO ✦ GRUPOS ELECTROGÉNIOS
EQUIPAMENTOS ESPECIAIS PARA A INDÚSTRIA
TÉXTIL • PAPEL • CIMENTO • FERRO
GRANDES CENTRAIS ELÉCTRICAS
TELECOMANDO • FORNOS A. F. • TRACÇÃO

ENTREGAS RÁPIDAS NA FÁBRICA
NOVOS PREÇOS REDUZIDOS
GRANDE STOK EM ARMAZÉM

REPRESENTANTES

JAYME DA COSTA, L.DA

LISBOA - PORTO

Fornos BIRLEC para tratamento térmico de Engrenagens

Operação fácil e eficiente, baixo custo e profundidades de cementação controláveis, são as principais características dos **FORNOS "BIRLEC"**... e a razão da preferência que lhes é dada pelas principais Indústrias Metalomecânicas.

Fornos eléctricos para todos os tratamentos térmicos

BIRLEC, LIMITED

BIRMINGHAM — Inglaterra

AGENTES:

AHLERS, LINDLEY, L.DA

Rua Ferregial de Baixo, 33-2.º
LISBOA
Telef. 2 1321/4

Palácio do Atlântico, 408
Praça D. João I
PORTO — Telef. 28384

C. D. 537.725 : 519.47

TRATAMENTO ALGÉBRICO DA TÉCNICA DOS IMPULSOS MEDIANTE OPERADORES

POR MIGUEL DA SILVEIRA

Licenciado em Ciências Matemáticas
Bolseiro do Instituto de Alta Cultura

O objectivo fundamental deste artigo é dar tratamento algébrico à técnica dos impulsos. A cada função, como por exemplo a de um univibrador, faz-se corresponder um operador definido sobre um espaço conveniente. Procura-se depois, por uma correspondência inversa, interpretar expressões algébricas de modo a obter um esquema do bloco. Este trabalho e o objectivo a atingir foram-nos indicados pelo Ex.mo Senhor Engenheiro Manuel Abreu Faro, do Laboratório de Electrónica do Centro de Estudos de Energia Nuclear.

Neste primeiro trabalho, foram-nos indicados apenas os três operadores seguintes: operador de derivação, selector de amplitude e univibrador.

Este trabalho foi apresentado ao Laboratório de Electrónica do Centro de Estudos de Energia Nuclear, tendo sido os oscilogramas realizados neste Laboratório com o material do mesmo.

§ 1. As Funções do Tempo

1.1 As funções do tempo de cujas transformações nos vamos ocupar são os *impulsos-δ*, os *impulsos-μ* e certas associações destes impulsos. Chamamos impulso-δ a um impulso com estabelecimento pràticamente instantâneo e duração desprezível, denominado correntemente *trigger* na literatura norte-americana (fig. 1). Uma sucessão de impulsos-δ, todos da mesma polaridade e com a mesma amplitude, será designada por *marca no tempo* (fot. 2). Entendemos por impulso-μ, um impulso rectangular (fot. 3) e, por sinal-μ, uma sucessão de impulsos-μ, todos da mesma polaridade, com a mesma amplitude e a mesma duração.

1.2 As transformações sofridas por estas funções são encaradas como acção de certos operadores. Destes, os mais simples do ponto de vista matemático, são os operadores escalares. Um operador escalar é a esquematização dum amplificador ou dum atenuador *ideal*. A sua acção sobre uma função do tempo reduz-se à multiplicação por uma constante. Não nos ocuparemos destes operadores.

1.3 A amplitude dos impulsos-μ e-δ aparece-nos ùnicamente como parâmetro técnico. Para que um impulso seja eficaz, é preciso que a sua amplitude seja superior a um certo mínimo, mas sem contudo exceder um determinado limite, para não dar lugar a efeitos indesejáveis.

A polaridade dos impulsos também é, em geral, um parâmetro técnico.

Dado que a amplitude e a polaridade dos impulsos podem ser modificados à vontade pelos operadores escalares, não teremos, em geral, que nos ocupar destas duas características das funções em causa.

1.4 As características que restam aos impulsos são as únicas que vamos utilizar. Mas em vez de raciocinar sobre as verdadeiras funções físicas, servimo-nos de esquematizações convenientes.

Assim, um impulso-δ cuja amplitude esteja nas condições indicadas em **1.3** (fot. 1 e 2) é representado esquemàticamente pela pseudo-função de Dirac relativa ao instante, t', em que se inicia a acção desencadeada por este impulso,

$$\delta_{t'} = DH\ (t - t') \qquad (1.4-1)$$

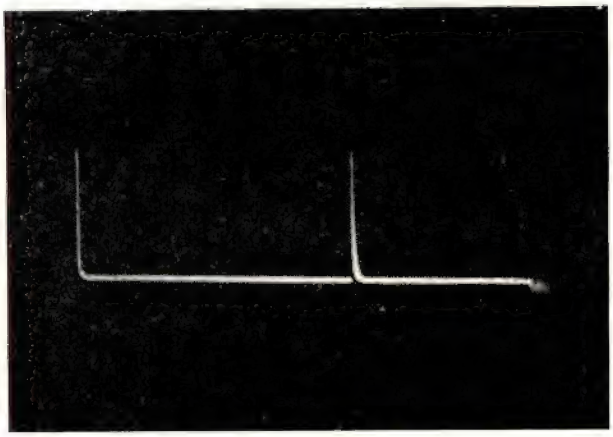


Foto 1 — Frequência 1000 c/s

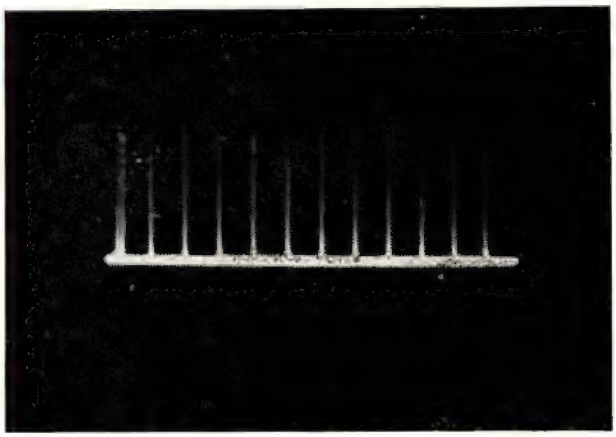


Foto 2 — Frequência 1000 c/s

onde H é o símbolo da função escalão unidade de Heaviside e D é o operador de derivação generalizada, no sentido da teoria das Distribuições.

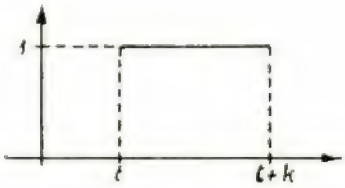


Fig. 1

Por seu lado, um impulso-μ de duração k, cuja amplitude esteja nas condições indicadas em **1.** 3, e iniciando-se no instante t', é representado pela função

$$\mu_{t',k} = H\,(t-t') - H\,(t-t'-k) \qquad (\mathbf{1}\ 4-2)$$

representada gràficamente na fig. 1; compare-se com o oscilograma da fot. 3.

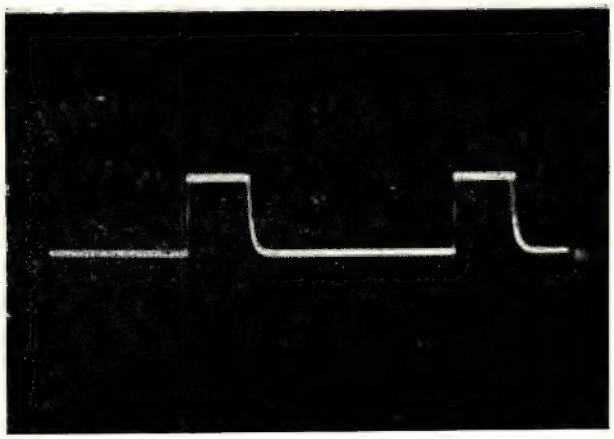


Foto 3 — Duração 5 μ seg, distância 20 μ seg

§ 2. Os Operadores Elementares

2. 1 Os operadores físicos elementares de que nos vamos ocupar, são os seguintes:

o operador de derivação D;
o univibrador U;
o selector de amplitude S.

Um operador D possível é, por exemplo, um circuito RC (fig. 2) que, sem dar exactamente a derivada do sinal de entrada, dá no entanto uma boa aproximação desta função. O oscilograma da fot. 3 corresponde a um impulso-μ aplicado à entrada do circuito da fig. 2. O oscilograma

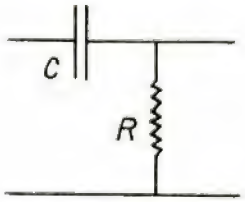


Fig. 2

da fot. 4 mostra-nos como nos aproximamos da derivada do impulso-μ,

$$D\mu_{t',k} = D\,[H\,(t-t') - H\,(t-t'-k)]$$
$$= \delta_{t'} - \delta_{t'+k} \qquad (\mathbf{2.}\,1-1)$$

por meio dum circuito RC de pequena constante de tempo.

Vamo-nos limitar a aplicar D a impulsos-μ.

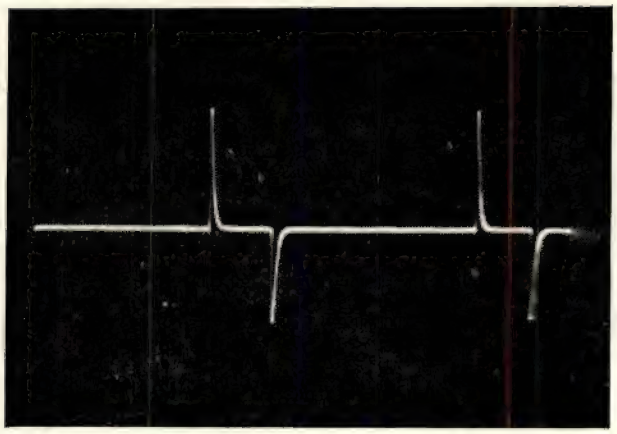


Foto 4 — Duração 5 μ seg, distância 20 μ seg
Constante de tempo 50×10^{-3} μ seg

2.2 — Indicamos que um univibrador U produz impulsos-μ de duração k, pela notação $U(k)$. O domínio de aplicação de $U(k)$, é constituído pelos impulsos-δ que satisfazem as condições indicadas em **1.3**; e o contradomínio é constituído por impulsos-μ que, possìvelmente por acção de operadores escalares, ainda satisfazem aquelas condições. Logo temos

$$U(k)\,\delta_{t'} = \mu_{t',k}$$

A fot. 3 mostra-nos a acção dum univibrador. O oscilograma é o da saída do univibrador.

É evidente que o operador $U(k)$ não é linear. Mas como, pela convenção feita em **1.4**, só temos que considerar o coeficiente unidade, tanto nos $\delta\delta$ a que $U(k)$ se aplica como nos $\mu\mu$ que daí resultam, podemos considerar este operador como linear, uma vez que

$$\begin{aligned} U(k)\,(\delta_{t'} + \delta_{t''}) &= \mu_{t',k} + \mu_{t'',k} \\ &= U(k)\,\delta_{t'} + U(k)\,\delta_{t''} \end{aligned}$$

desde que

$$|\,t' - t''\,| > k \qquad (\mathbf{2.2-1})$$

Tudo está em supor k suficientemente pequeno, pois só nas condições (**2.2**—1) é que $U(k)$ responde a cada um dos impulsos.

2.3 O operador S desdobra-se nos dois seguintes: S_α^+, que corta a parte das funções cujo valor não excede α; e S_α^-, que corta as partes das funções cujo valor excede α. Dado que a amplitude não desempenha aqui nenhum papel, só nos interessa o caso $\alpha = 0$. Os selectores são por isso designados ùnicamente por S^+ e S^-.

Se bem que S^+ e S^- se aproximem muito mais da linearidade do que $U(k)$, eles afastam-se dela precisamente onde a sua acção se utiliza. Para poder considerar estes operadores como lineares, temos que impor restrições muitíssimo pesadas ao seu domínio de aplicação.

Apliquemos S^+ e S^- ao resultado da derivação de um impulso-μ. Vem

$$\begin{aligned} S^+\,D\,\mu_{t',k} &= S^+\,(\delta_{t'} - \delta_{t'+k}) \\ &= \delta_{t'} \\ S^-\,D\,\mu_{t',k} &= S^-\,(\delta_{t'} - \delta_{t'+k}) \\ &= -\,\delta_{t'+k} \end{aligned}$$

Vemos que a acção de S^+ e S^- é, neste caso, a de um selector no tempo, pois de uma sucessão de impulsos-δ, cada um dos operadores seleccionou o impulso correspondente a um determinado instante. Ora esta acção é a dum operador de projecção E, definido no espaço dos impulsos-δ; e este operador é já linear. A relação entre E e S é, neste caso, a seguinte:

$$\begin{cases} S^+\,D\,\mu_{t',k} = E_{t'}\,D\,\mu_{t',k} \\ S^-\,D\,\mu_{t',k} = E_{t'+k}\,D\,\mu_{t',k} \end{cases}$$

Repare-se que estas relações se invertem se tomarmos, em vez de um impulso positivo, um impulso negativo.

O que, de facto, acaba por ser um operador linear, é a combinação $S^{\pm}\,D$, sendo o seu domínio de aplicação constituído por impulsos-μ *de polaridade fixa*. Resta ver se não é possível construir operadores de selecção no tempo por meio de $S^{\pm}$ mas aplicáveis a uma classe mais extensa de sinais. Dado que os operadores $S^{\pm}$ efectuam, cada um, uma escolha entre duas possibilidades, não podemos construir com um deles um selector no tempo que efectue uma escolha em mais de duas possibilidades; é o caso de $D\,\mu_{t',k}$. Mas o que é possível, é evitar a restrição, imposta aos impulsos-μ, de serem todos da mesma polaridade. Vamos designar por E_1 e E_2 os selectores no tempo que deixam passar o primeiro ou o segundo impulso-δ; e por S_+ e S_- os selectores de amplitude *mas agora aplicados a impulsos-μ*. Temos então

$$\begin{cases} E_1 = S^+\,D\,S_+ + S^-\,D\,S_- \\ E_2 = S^-\,D\,S_+ + S^+\,D\,S_- \end{cases}$$

mas não nos parece que esta extensão tenha grande utilidade.

§ 3. Os Operadores Complexos

3.1 Por combinação dos operadores físicos elementares e dos operadores escalares — estes últimos subentendidos nos primeiros — obtemos certos operadores físicos complexos. Designamos sempre pelo símbolo F um operador assim obtido.

O funcionamento de F pode esquematizar-se da maneira seguinte. Num instante t_1 aplica-se um impulso-δ. Os diversos operadores elementares que compõem F, vão actuar em determinados instantes voltando, em seguida, ao estado inicial. O operador F acaba também por regressar ao estado inicial e, ao fim dum intervalo T_0, aplica-se um novo impulso-δ. Vão repetir-se os mesmos fenómenos, apenas dacalados no tempo de T_0. E assim sucessivamente.

Os impulsos-δ que vão sendo aplicados nos instantes

$$t_1 , t_2 = t_1 + T_0 , t_3 , \ldots$$

constituem uma marca no tempo e a função (física) assim obtida é esquemàticamente representada por $\Sigma\delta_{t_i}$ pois, por hipótese, os impulsos-δ satisfazem as condições indicadas em **1.** 3. Repare-se que para $i \neq k$ é

$$t_i \neq t_k \quad \text{e} \quad / t_i - t_k / > \varepsilon$$

onde ε representa o tempo morto necessário a F para voltar ao estado inicial.

Para estudar F, basta tomar um intervalo T_0 tendo o seu início no instante em que se desencadeia a acção provocada por um impulso-δ genérico. *É nesta hipótese que nos colocamos em tudo o que segue.*

3.2 Estamos interessados em introduzir, no conjunto dos operadores elementares, uma operatória que nos permita representar as combinações físicas dos operadores por operações algébricas. Mas o nosso objectivo é introduzi-la por forma tal, que a passagem de uma combinação de operadores físicos elementares a outra combinação, equivalente à primeira, se traduza pela aplicação das regras duma álgebra conveniente às correspondentes expressões simbólicas. Deste modo, traduzir-se-ão as equivalências físicas por identidades algébricas e vice-versa.

Este resultado obtém-se sempre que os operadores se possam considerar como lineares.

3.3 Os resultados a que chegamos no § **2**, mostram-nos que podemos considerar os operadores D, S^-, S^+ e U como lineares, desde que sejam impostas certas restrições sobre os seus domínios de aplicação. Estas restrições são as seguintes:

a) O operador D aplica-se a impulsos-μ, sem nenhuma restrição.

b) Os operadores S^+ e S^- só podem figurar na combinação $S^{\pm} D$; esta combinação só pode ser aplicada a impulsos-μ de polaridade fixa.

c) O operador $U(k)$ só pode ser aplicado a impulsos-δ, relativos a instantes que difiram por mais de k.

3.4 Dados dois operadores físicos, nas condições em que podem ser considerados lineares, vejamos o que se entende por soma e produto destes operadores.

Sejam A e B dois operadores lineares, com o mesmo domínio e o mesmo contradomínio. A soma $A + B$ é o operador que faz corresponder, a cada elemento f do domínio, o elemento $Af + Bf$ do contradomínio. Fìsicamente, corresponde isto ao esquema de bloco da fig. 3.

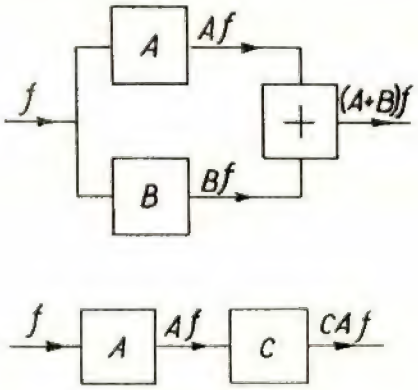


Fig. 3 e Fig. 4

Seja agora C um operador cujo domínio inclue o contradomínio de A. O produto CA, por esta ordem, faz corresponder ao elemento f, do domínio de A, a imagem por C da imagem de f por A. O esquema é o da fig. 4. Repare-se que *a ordem dos blocos é inversa da ordem dos factores.*

3.5 Graças a estas operações de soma e produto — verificando as propriedades associativa, distribuitiva e, *só para a soma,* comutativa — a

expressão do operador F, introduzido em **2.** 4, pode tomar a forma

$$F = \Sigma\, A \cdot B \cdot \ldots \cdot C \qquad (3.5-1)$$

desde que cada um dos operadores elementares actue no seu domínio de linearidade. O resultado da aplicação de F a uma função f é

$$\begin{aligned} F\,f &= \Sigma\, A \cdot B \cdot \ldots \cdot C\, f \\ &= \Sigma\, g_i \end{aligned} \qquad (3.5-2)$$

Vemos que se conseguirmos relacionar cada parcela g_i de $F\,f$ com f, servindo-nos para isso dos operadores físicos elementares, ficamos a conhecer uma expressão possível para o segundo membro de (**3.** 5 — 1). Se, em seguida, associarmos de várias maneiras os símbolos que ali figuram, fazendo uso das propriedades indicadas no princípio deste número, obtemos outros tantos esquemas de bloco possíveis para o operador F.

3. 6 Entre as transformações que é possível efectuar sobre um sinal, com combinações de operadores físicos elementares, vamos examinar a passagem de um impulso-δ a um impulso-μ, a passagem de um impulso-μ a um impulso-δ e a translacção de um impulso-δ no tempo.

A primeira destas transformações é realizada pelo univibrador,

$$U\,(k)\,\delta_{t'} = \mu_{t',\,k}\,, \qquad (3.6-1)$$

enquanto que a transformação inversa, pelo que vimos em **2.** 3, é

$$\delta_{t'} = S^{+}\,D\,\mu_{t',\,k}\,;$$

trata-se ainda da combinação $S^{\pm}D$, provindo o sinal $+$ de estarmos a supor positivos os impulsos-μ (funções físicas). Vamos utilizar os símbolos S_1 e S_2 em vez dos símbolos E usados em **2.** 3, com o significado seguinte:

$$\begin{cases} S_1\,D\,(\pm\mu_{t',\,k}) = \pm\delta_{t'} & (3.6-2) \\ S_2\,D\,(\pm\mu_{t',\,k}) = \pm\delta_{t'+k} & (3.6-3) \end{cases}$$

A igualdade (**3.** 6 — 3) mostra-nos a maneira de realizar o operador de translacção $T\,(k)$, definido sobre o espaço dos impulsos-δ, cuja acção é a seguinte:

$$T\,(k)\,\delta_{t'} = \delta_{t'+k} \qquad (3.6-4)$$

Com efeito, basta substituir, em (**3.** 6 — 3), $\mu_{t',k}$ pelo primeiro membro de (**3.** 6 — 1), o que dá

$$S_2\,D\,U\,(k)\,\delta_{t'} = -\delta_{t'+k}\,,$$

para se ver que uma expressão possível para o operador de translacção é esta

$$\begin{aligned} T\,(k) &= -S_2\,D\,U\,(k) && (3.6-5) \\ &= S_2\,D\,[-U\,(k)]\,; && (3.6-6) \end{aligned}$$

repare-se que, ao passar de (**3.** 6 — 5) para (**3.** 6 — 6), muda o sinal a utilizar em $S^{\pm}$. No caso em que o impulso-δ translatado é utilizado num univibrador, o sinal $-$ é de novo um parâmetro técnico e pode ser suprimido.

§ 4. A Decomposição dos Operadores no tempo

4. 1 Uma vez de posse da expressão do segundo membro de (**3.** 5 — 1), ficamos a conhecer os instantes em que, durante o intervalo de tempo T_o definido no fim de **3.** 1, actuam os diversos operadores físicos elementares. Um univibrador $U\,(k)$, desencadeado por um impulso-δ no instante t', actua, por definição, nos instantes t' e $t'+k$. Um selector, funciona nos instantes em que deixa passar impulsos-δ. Finalmente, o operador D actua nos mesmos instantes que o operador situado à direita (na expressão simbólica).

4. 2 Ordenemos, pela sua ordem de sucessão, os instantes em que actuam os operadores elementares que compõem F e representemos por τ o conjunto destes instantes assim ordenados. Repare-se que estamos sempre a considerar um intervalo T_o, de maneira que o conjunto τ é finito; seja N o número dos seus elementos, será

$$\tau = \{\, t_1\,,\, t_2\,,\, \ldots\,,\, t_i\,,\, \ldots\,,\, t_N \,\}\,,$$

correspondendo o instante t_1 ao impulso-δ inicial do intervalo T_0.

No caso de um dado operador físico elementar actuar, voltar ao estado inicial e não tornar a actuar durante o intervalo T_0, podemos indicar por meio de índices numéricos — um para o selector, dois para o univibrador — os instantes em que ele actua. Esses índices são os números de ordem dos instantes de acção no conjunto τ.

Suponhamos agora que, durante o intervalo T_0, um operador físico elementar descreve n vezes o seu ciclo de acção. Podemos decompor o correspondente operador linear numa soma de n operadores, todos actuando uma única vez e, por isso, susceptíveis de designação indicial. É esta decomposição que designamos por decomposição do operador no tempo.

Por exemplo, consideremos o caso de um univibrador $U(k)$ desencadeado nos instantes t_i e t_j, por dois impulsos-δ. Vamos supor que, em τ, os instantes t_i e $t_i + k$, assim como t_j e $t_j + k$, são consecutivos, de maneira que $t_i + k = t_{i+1}$ e $t_j + k = t_{j+1}$. A decomposição no tempo do operador $U(k)$ é então a seguinte:

$$U(k) = U_{i+1,i} + U_{j+1,j}$$

Repare-se que é o *segundo* índice que corresponde ao impulso-δ.

Para o operador D não é necessário fazer a decomposição no tempo. Esta fica feita automàticamente quando aplicada ao factor que fica à direita de D.

Sejam A e B dois operadores lineares. Será

$$A_{ij} B_k = 0 \quad \text{se} \quad j \neq k\,; \qquad (4.2-1)$$

e se a decomposição de A no tempo for

$$A = A_{ij} + A_{i\,j'} + \dots$$

temos a igualdade

$$A B_j = A_{ij} B_j \qquad (4.2-2)$$

Dado que o operador D actua nos mesmos instantes que o factor que lhe fica à direita, temos ainda a regra de cálculo seguinte

$$A_i D B_j = 0 \quad \text{se} \quad i \neq j \qquad (4.2-3)$$

Outro identidade importante é esta

$$S_i D U_{ji} = I \qquad (4\ 2-4)$$

onde I é o operador idêntico. Os dois membros actuam sobre impulsos-δ.

§ 5. Aplicações

5.1 Como aplicação, vamos procurar esquemas de blocos para um gerador de duplo impulso. Seja s (fig. 5) o sinal-μ fornecido pelo gerador; vamos considerar s como transformado de uma marca no tempo m por meio do operador F,

$$s = F m\,.$$

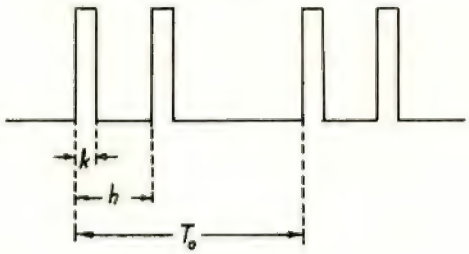


Fig. 5

A função s está representada nos oscilogramas das fot. 5 e 6

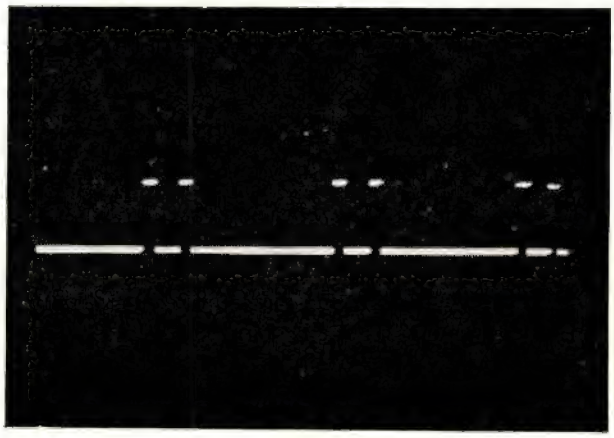


Foto 5

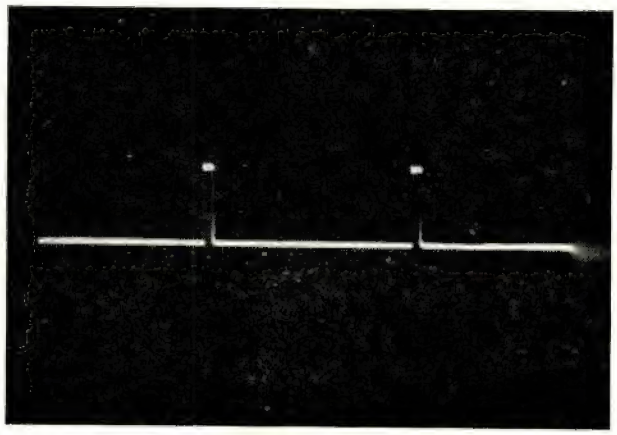


Foto 6

O intervalo T^0 é o lapso de tempo decorrido entre dois impulsos-δ consecutivos da marca m, a função f é o impulso-δ inicial e g é o conjunto dos dois impulsos-μ consecutivos.

5. 2 A maneira mais simples de pôr a questão, é supôr que o primeiro impulso - μ de g se inicia no instante do impulso - δ. Seja h o tempo decorrido entre o início do primeiro impulso - μ e o início do segundo e k a duração comum dos dois impulsos - μ. Será então

$$\begin{cases} f = \delta_{t_1} \\ g = \mu_{t_1, k} + \mu_{t_1 + h, k} \end{cases}$$

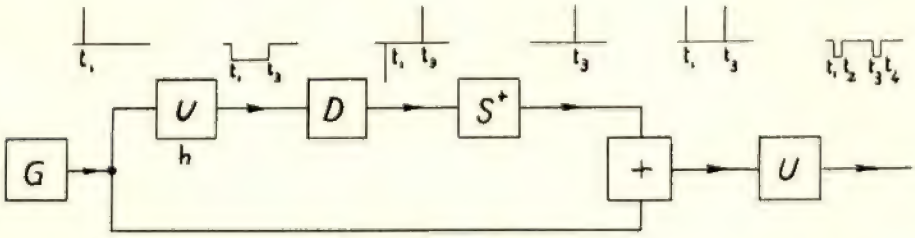


Fig. 6

Tratemos separadamente das duas parcelas em que g se decompõe,

$$\mu_{t_1, k} = U(k)\ \delta_{t_1}$$

$$\mu_{t_1 + h, k} = U(k)\ \delta_{t_1 + h}$$

$$= U(k)\ T(h)\ \delta_{t_1}$$

e somemos os resultados obtidos. Vem, tendo em conta a definição de soma de operadores e a expressão de f,

$$g = [U(k) + U(k)\ T(h)]\ f$$

o que nos dá a expressão de F com a forma (**3.** 5—1),

$$F = U(k) + U(k)\ T(h) \qquad (\mathbf{5.}\ 2 - 1)$$

e, dado que os dois símbolos $U(k)$ que figuram em (**5.** 2 — 1) actuam sobre impulsos - δ distanciados de $h > k$, estamos no domínio de linearidade deste operador e podemos aplicar a propriedade distributiva. Logo

$$F = U(k)\ [I + T(h)] \qquad (\mathbf{5.}\ 2 - 2)$$

O conjunto τ é aqui o seguinte

$$\tau = \{t_1, t_2 = t_1 + k, t_3 = t_1 + h, t_4 = t_1 + h + k\}$$

e portanto, utilizando (**3.** 6 — 6), o operador de translacção pode tomar a forma

$$T(h) = S_3\ D\ [-U(h)]$$

o que dá

$$F = U(k)\ \{I + S_3\ D\ [-U(h)]\} \qquad (\mathbf{5.}\ 2 - 3)$$

Supondo, para simplificar, que os impulsos dos univibradores são negativos, temos o esquema de bloco da fig. 6.

Obtemos o esquema de bloco da fig. 7 se não puzermos $U(k)$ em evidência, o que dá

$$F = U(k) + U(k)\ S_3\ D\ [-U(h)] \qquad (\mathbf{5.}\ 2 - 4)$$

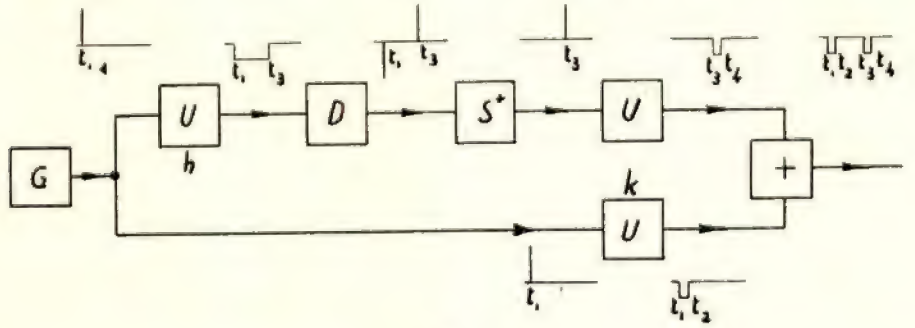


Fig. 7

O esquema é um pouco mais complicado, mas provàvelmente mais eficaz.

5. 3 Uma outra forma de encarar a questão, é supor que os dois impulsos - μ de g se iniciam

decorridos os intervalos h' e h, desde o instante do impulso - δ. O conjunto τ é agora

$$\tau = \{t_1,\ t_2 = t_1 + h',\ t_3 = t_1 + h' + k,\ t_4 = \\ = t_1 + h,\ t_5 = t_1 + h + k\}$$

enquanto que as expressões de f e g são dadas por

$$\begin{cases} f = \delta_{t_1} \\ g = \mu_{t_2,k} + \mu_{t_4,k} \end{cases}$$

Procedendo como em **5.** 2, temos

$$\begin{cases} \mu_{t_2,k} = U\ (k)\ T\ (h')\ \delta_{t_1} \\ \mu_{t_4,k} = U\ (k)\ T\ (h)\ \delta_{t_1} \end{cases}$$

Por (**4.** 2 — 3) é

$$\begin{cases} S_2\ D\ (-U_{21}) = S_2\ D\ (-U_{21} - U_{41}) \\ S_4\ D\ (-U_{41}) = S_4\ D\ (-U_{21} - U_{41}) \end{cases},$$

logo

$$F = U_{32}\ S_2\ D\ (-U_{21} - U_{41}) + U_{54}\ S_4\ D\ (-U_{21} - U_{41}) \\ = (U_{32}\ S_2 + U_{54}\ S_4)\ D\ (-U_{21} - U_{41})$$

Apliquemos agora (**4.** 2 — 2), tendo em conta que as decomposições $U\ (k)$ e S^+ são

$$\begin{cases} U\ (k) = U_{32} + U_{54} \\ S^+ = S_2 + S_4 \end{cases}$$

Obtemos

$$U_{32}\ S_2 + U_{54}\ S_4 = U\ (k)\ S^+$$

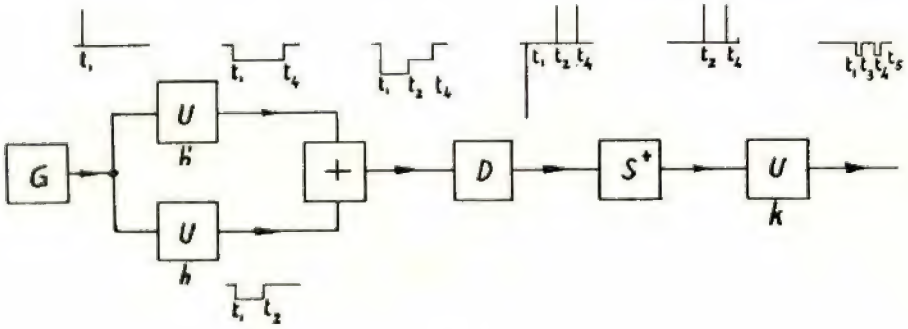


Fig. 8

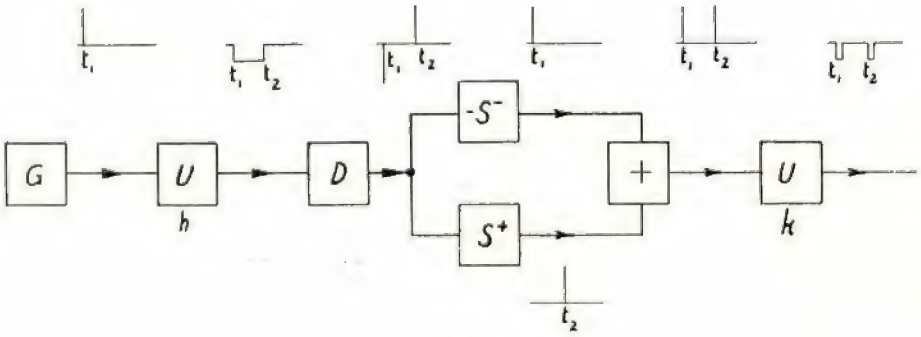


Fig. 9

$$g = [U\ (k)\ T\ (h') + U\ (k)\ T\ (h)]\ f$$

$$F = U\ (k)\ T\ (h') + U\ (k)\ T\ (h)$$

$$= U\ (k)\ S_2\ D\ [-U\ (h')] + U\ (k)\ S_4\ D\ [-U\ (h)]$$

Vamos utilizar aqui a decomposição no tempo. Vem

$$F = U_{32}\ S_2\ D\ (-U_{21}) + U_{54}\ S_4\ D\ (-U_{41})\ . \qquad (\mathbf{5.}\ 3 - 1)$$

o que conduz a uma nova expressão para F, a que corresponde o esquema de bloco da fig. 8,

$$F = U\ (k)\ S^+\ D\ [-U\ (h') - U\ (h)] \qquad (\mathbf{5.}\ 3 - 2)$$

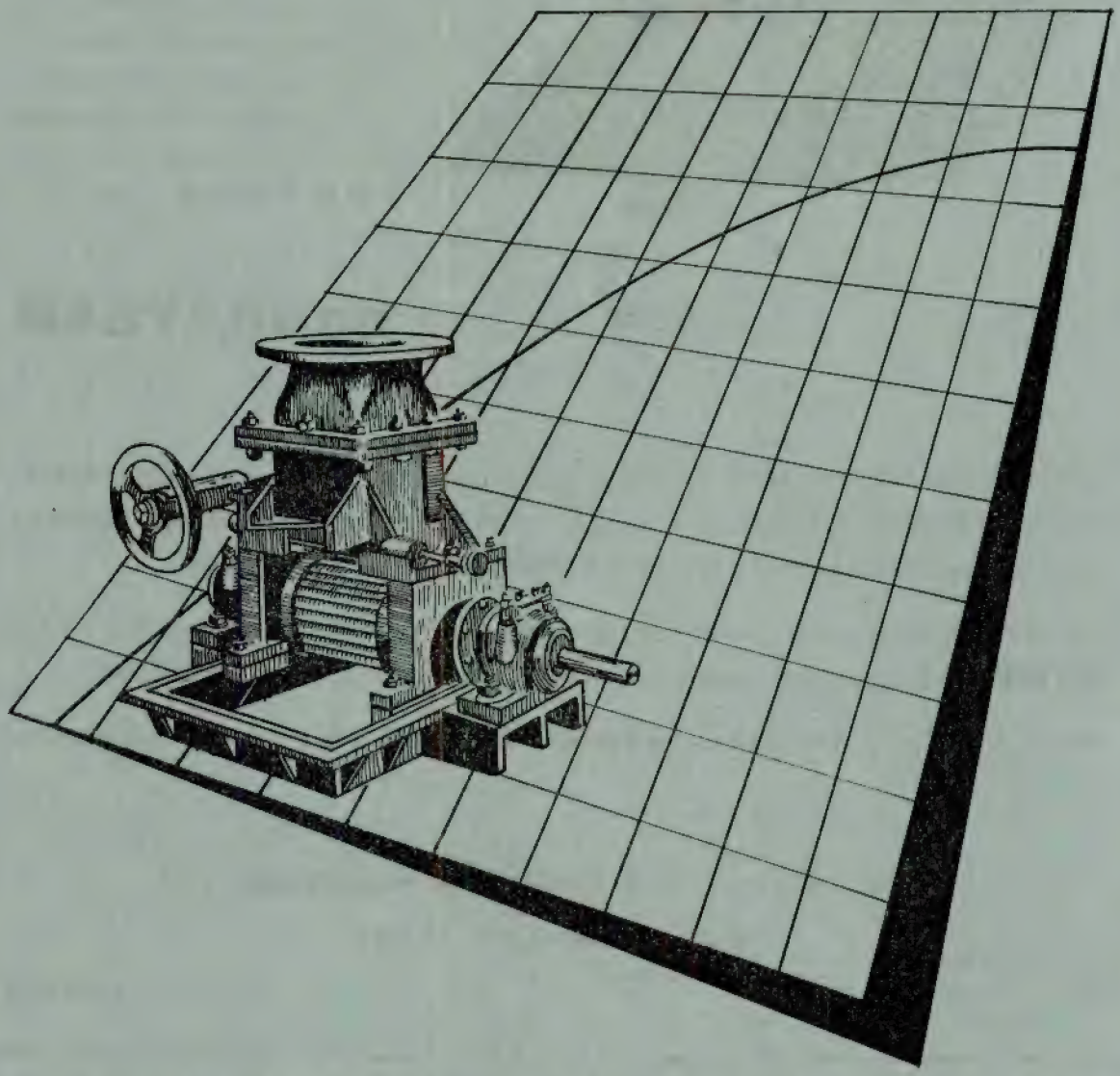
5. 4 Por aplicação de (**4.** 2 — 1), podemos dar a (**5.** 3 — 1) a forma

$$F = U_{32}\ S_2\ D\ (-U_{21}) - U_{54}\ S_4\ DU_{41} + U_{32}\ S_2\ DU_{41} + \\ + U_{54}\ S_4\ DU_{21}$$

TURBINAS HIDRÁULICAS GANZ BANKI

Este tipo de turbina é o mais apropriado para a alimentação em energia eléctrica das pequenas empresas e dos grupos de casas. As turbinas são fornecidas por

KOMPLEX



Sociedade Húngara para o Comércio das Instalações Fabris

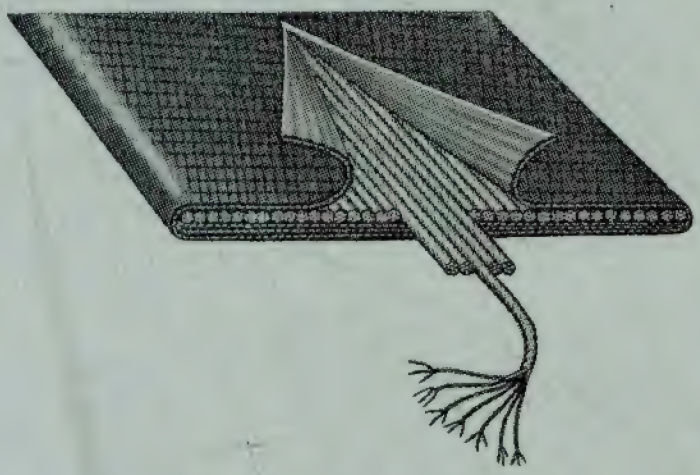
Budapeste, V., Dorottya utca 6. P. O. B. 36. Budapest 51.

Telegramas: Komplex — Budapeste

Quando tiver uma transmissão difícil, use

GOODYEAR

um tipo especial para cada serviço



Se devidas às altas velocidades e pequenos diâmetros dos tambores, as telas das correias que usa se deslocam, use correias sem-fiim tipo **COMPASS**, um produto da

GOODYEAR

Em vez de telas, estas correias têm cordas sem-fim, o que dando maior flexibilidade à correia e uma menor espessura, permite maiores velocidades e menores diâmetros de tambores.

Sempre que possa usar uma correia sem-fim, empregue uma **COMPASS**, durará mais e trabalhará com maior eficiência.

Para grandes potências use correias **COMPASS** com cordas de aço.

Distribuidores exclusivos: **CANELAS & FIGUEIREDO, L.DA**

R. dos Fanqueiros, 46 — LISBOA

Telef. 2 5058 / 2 4502 / 2 1729

Teleg. CANELASCO

$= U_{32} S_2 D (U_{41} - U_{21}) - U_{54} S_4 D (U_{41} - U_{21})$.
$= (U_{32} S_2 - U_{54} S_4) D (U_{41} - U_{21})$.

Aplicando (**4.** 2 — 1), vem

$$U_{32} S_2 - U_{54} S_4 =$$
$$= (U_{32} + U_{54}) S_2 + (U_{32} + U_{54}) (-S_4).$$
$$= (U_{32} + U_{54}) (S_2 - S_4)$$
$$= U (k) (S_2 - S_4)$$

e, por outro lado, temos

$$U_{41} - U_{21} = U_{42}$$
$$= U (h - h') T (h')$$

definir no seu conjunto as operações de soma e produto satisfazendo as regras usuais de álgebra dos números inteiros, excepto a comutatividade do produto. As condições a que nos referimos são:

a) O operador *D* aplica-se a impulsos $-\mu$.

b) O selector de amplitude só se emprega na combinação *SD* e esta aplica-se a impulsos $-\mu$ de sinal fixo.

c) O operador *U (k)* aplica-se a impulsos $-\delta$ relativos a instantes que difiram por meio de *k*.

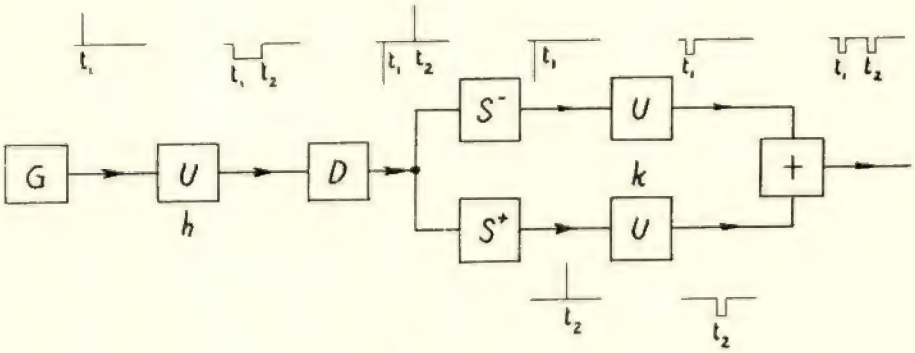


Fig. 10

de maneira que se fizermos $h' = 0$, resulta

$$F = U (k) (S^+ - S^-) DU (h) \qquad (5.\ 4 - 1)$$

Vemos aparecer o símbolo $S^+ - S^-$, correspondente a um rectificador de onda completa. O esquema de bloco é o da fig. 9.

Também podemos não pôr o univibrador U (k) em evidência,

$$F = [U (k) S^+ + U (k) S^-] DU (h) \qquad (5.\ 4 - 2)$$

o que dá o esquema da fig. 10.

RESUMO

Trabalhámos os três operadores seguintes: operador de derivação, selector de amplitude e univibrador. Desde que estes operadores actuem nas condições a seguir indicadas, podem ser considerados lineares, donde resulta que é possível

Estes resultados foram aplicados à determinação de esquemas de bloco para um gerador de duplo impulso. Um dos esquemas obtidos (fig. 6) corresponde ao gerador construído pelo Senhor Engenheiro Jervis, no Laboratório de Electrónica do Centro de Estudos de Energia Nuclear.

A fim de não sobrecarregar o artigo, não justificámos o emprego dos operadores lineares, nem indicamos os correspondentes operadores matemáticos.

Na determinação destes últimos operadores, assim como dos espaços lineares em que eles são definidos, utilizámos a Teoria das Distribuições, que se nos revelou uma ferramenta poderosíssima e extraordinàriamente bem adequada aos problemas da técnica dos impulsos.

Comissão Internacional do Betão

A Subcomissão Internacional do Betão, integrada na Comissão Internacional das Grandes Barragens apresentou um trabalho — «Relatório sobre a resistência do betão ao gelo e sobre a definição das dosagens de betão» —. É redigida em inglês contendo 104 páginas e vende-se ao preço de 400 fr. franceses. Os interessados devem fazer os seus pedidos através da Comissão Nacional Portuguesa, acompanhados de um cheque pagável em Paris à ordem da Comissão Internacional das Grandes Barragens.

C. D. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.) preparadas nos Serviços do R. N. C. a cargo da Companhia Nacional de Electricidade —

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 91.4 % dos totais do País.*

AGOSTO

I — Elementos gerais

a) Mensais (mês de Agosto) 10^6 kWh

	1954	1955	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	113,2 (2)	131,1 (4)	+ 16
Produção térmica (P_t) . .	8,9 (3)	4,4 (5)	— 51
Produção total (P_T) . . .	122,1	135,5	+ 11
Cons. electroquímico (C_{eq})	19,0	21,3	+ 12
Outros consumos ($C_T - C_{eq}$)	86,3	96,2	+ 11
Consumo total (C_T) (1) . .	105,3	117,5	+ 12

b) Acumulados (de 1 de Janeiro a 31 de Agosto) 10^6 kWh

	1954	1955	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	991,5 (6)	1.102,4 (8)	+ 11
Produção térmica (P_t) . .	37,4 (7)	31,0 (9)	— 17
Produção total (P_T) . . .	1.028,9	1.113,4	+ 10
Cons. electroquímico (C_{eq})	201,8	240,2	+ 19
Outros consumos ($C_T - C_{eq}$)	689,4	755,5	+ 10
Consumo total (C_T) (1) . .	891,2	995,7	+ 12

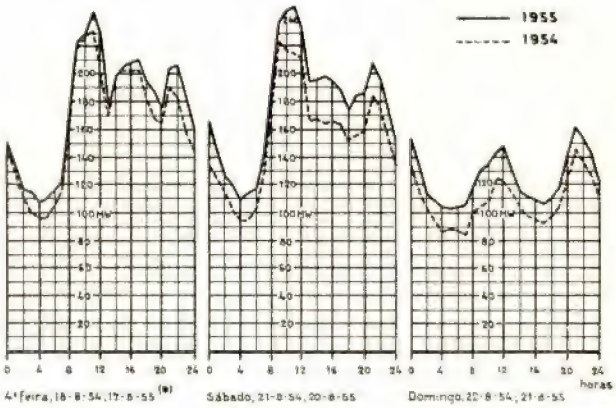
Notas:

(1) No consumo total (C_T) estão incluídas as perdas nas redes de transporte e distribuição.

(2) 93 % P_T. (3) 7 % P_T. (4) 97 % P_T. (5) 3 % P_T.
(6) 96 % P_T. (7) 4 % P_T. (8) 97 % P_T. (9) 3 % P_T.

II — Diagramas de carga da produção

	4.ª feira: 18-8-954	4.ª feira: 17-8-955
Produção hidráulica (P_h) — MWh	3.798	4.292
Produção térmica (P_t) — MWh . .	301	132
Produção total (P_T) — MWh . . .	4.099	4.424
Utilização da ponta (U) — horas	17,3	18,1
Factor de carga (α)	0,72	0,74
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,41	0,44



(a) - O diagrama referente a 1955, apresenta das 6 às 18 horas valores relativamente baixos, devido a uma redução no consumo da UFA, da ordem dos 16 MW

III — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês de Agosto de 1955

Albufeira	Energia armazenada 10^6 kWh	Energia armazenada % (1)
Venda Nova	43,9	33,5
Salamonde	15,7	56,4
Caniçada	18,3	54,7
Guilhofrei	2,5	30,2
Lagoa Comprida	13,7	46,7
Santa Luzia	17,3	51,2
Cabril.	117,2	46,2
Castelo do Bode	101,8	62,0
Pracana.	1,0	9,1
Póvoa.	7,8	64,1
Total	341,9	47,5

Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

C. D. 621.385.833

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA

II — PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) MÁRIO JOSÉ SANTARENO PIGNATELLI
Laboratório de Ensaios de Materiais e Mecânica
do Solo de Moçambique

1 — *Generalidades:* — No campo da microscopia electrónica a preparação das amostras constitui o trabalho mais cauteloso e do qual depende o rigor da observação.

O que vamos apresentar constitui a síntese do que sobre este problema pudemos apreender no estágio realizado em Berlim nos Laboratórios da «Siemens & Halske», livre de bibliografia que neste campo é em geral incompleta e deficiente.

Alguns dos processos que apresentamos constituem mesmo investigação actual e deste modo são praticados como tentativa não estando ainda convenientemente divulgados, nem sequer em fase de publicação.

Naqueles Laboratórios realiza-se semanalmente uma reunião colectiva dos investigadores, em que se expõe por escrito o resultado de cada um dos métodos aplicados. Só depois de muito bem verificado e assente, o método passa à fase descritiva final e daí à publicação.

Durante aquele tempo assisti a duas primeiras experiências levadas a efeito sobre amostragem. Uma para a muitas vezes difícil lavagem das cápsulas de amostras e a outra sobre preparações biológicas dos tecidos do fígado e do coração, dirigidas ambas pelo investigador Dr. Wiesenberger. A primeira resultou francamente eficaz. Contudo, a técnica da preparação biológica, ainda que desse algumas amostras com boa observação, carece de ser continuada e de um estudo progressivo para os cem por cento de resultados eficazes.

Como tivemos ocasião de expor, as preparações necessitam de ser suficientemente delgadas a fim de não absorver calor de que resulte a sua destruição. Para que o objecto a observar tenha um plano de apoio na zona do orifício de exposição, há que colocar uma película delgada, de uma substância que não modifique sensìvelmente a configuração da imagem. É a substituição da lamela de vidro usada na microscopia óptica.

A amostra tem ainda que ser submetida a uma evaporação que elimine as moléculas de água que modificariam a imagem do objecto cuja análise interessa.

Levantam-se assim os primeiros problemas, cuja solução não é tão simples como nos poderia parecer à primeira vista.

A dimensão da amostra é naturalmente condicionada pela máxima ampliação e pelas dimensões do «écran» de projecção.

O microscópio em que trabalhamos tem o «écran» fluorescente graduado para permitir o controle ou a medição da grandeza da ampliação. É limitado por um círculo de 9 cm de diâmetro. Portanto, a dimensão do objecto que ocupa a área graduada do «écran» na maior ampliação é de $\frac{90}{30.000} = 0{,}003$ mm ou sejam 3 μ.

Cápsulas de amostragem

2 — As cápsulas para a amostragem são constituídas por uma liga de ouro (70 %) e platina (30 %). Têm uma lâmina circular superior com os respectivos orifícios e um cilindro ôco de apoio, a que a lâmina pode ser fixa.

Os orifícios das lâminas têm normalmente 70 a 90 μ de diâmetro, o que permite um vasto campo de observação. Não convém que esse diâmetro se exceda exageradamente, pois tornaria difícil a protecção da película que suporta o objecto e resultaria também mais difícil localizar os pontos que interessam à observação.

O número de orifícios varia, conforme a natureza da amostra, entre um, cinco, sete, dez . . ., em geral sendo um deles central e dispondo-se os restantes regularmente em volta.

A disposição do orifício central tem a vantagem de facilitar a axialidade do sistema para a extracção da cápsula do microscópio, que deve ser feita sempre obedecendo a essa condição.

É evidente que esta particularidade construtiva não é necessária, mas mostra-se muito conveniente.

Há também cápsulas com um orifício rectangular de $1 \times 0{,}1$ mm para preparações que contenham cristais ou elementos de dimensões que transponham os limites definidos pelos orifícios circulares. É o caso de cristais de quartzo.

Dada a sua natureza, a cápsula é um elemento caro e sucede ainda que para cada observação se preparam normalmente umas seis a dez amostras. Não se pode estabelecer, portanto, que as cápsulas se arquivem. Cada cápsula terá de suportar uma frequência grande de preparações para que se torne económica e, em geral, com facilidade atinge cinquenta amostragens. O arquivo das amostras é feito pelas fotografias.

Antes de se fazer pròpriamente o trabalho da preparação da amostra, as cápsulas ou as lâminas (conforme são ou não fixas ao cilindro-suporte), são sujeitas a uma limpeza que as isente de qualquer impureza, procedendo-se em seguida à colocação do filme sobre o qual se deve colocar o objecto a observar.

3. — A lavagem das cápsulas faz-se em primeiro lugar por um ataque de ácido fluorídrico a fim de se eliminarem impurezas que sejam inatacáveis pelo ácido cromo-sulfúrico ou azótico. Para isso colocam-se as lâminas de amostragem em cápsulas de porcelana prèviamente parafinadas e cobrem-se com acido fluorídrico, permanecendo aí durante cinco a dez minutos.

Em seguida, com os devidos cuidados, mudam-se para outro recipiente e lavam-se com água destilada umas cinco vezes, levando, em cada lavagem, a água à ebulição.

Não existindo elementos insolúveis, a lavagem pode iniciar-se pelo ataque com o ácido cromo-sulfúrico.

Colocam-se as cápsulas em recipiente adequado e cobrem-se com este ácido.

Anote-se que o ácido deve ser preparado a partir do bicromato de potássio e não do bicromato de sódio. Leva-se o ácido à ebulição agitando permanentemente e repete-se a operação umas três vezes.

Lavam-se em seguida as cápsulas com água destilada aquecendo e agitando o conjunto até à ebulição, operação que se repete quatro a cinco vezes.

As cápsulas são depois sujeitas ao ataque do ácido azótico em solução normal, aquecendo com precaução e agitando sempre. Este ataque é repetido duas vezes, seguindo-se lavagem com água destilada.

Procede-se posteriormente a duas lavagens das cápsulas com álcool puro, a frio. Colocam-se então as cápsulas num cadinho de platina que se leva ao aquecimento de chama de gás até que o fundo do cadinho fique vermelho-escuro. Este, com as cápsulas, é colocado então numa estufa a 60° C durante 20 minutos.

Verifica-se em seguida ao microscópio óptico se as cápsulas contêm ainda quaisquer impurezas. No caso de isso se verificar, renova-se a série de limpezas descritas.

4 — Outro processo de limpeza de cápsulas de amostragem foi experimentado pelo Dr. Wiesenberger, porquanto o processo anterior é algumas vezes ineficaz ou pelo menos, exige um número elevado de lavagens repetidas.

Este outro processo consiste em utilizar uma cápsula de platina com ácido sulfúrico em solução binormal no interior da qual se colocam as cápsulas a lavar. Apoia-se a cápsula de platina sobre uma placa metálica que funciona como ânodo e mergulha-se no electrólito uma placa que funciona como cátodo. Faz-se passar uma corrente de potencial não superior a três volts (dois a três volts). Nestas condições, as impurezas jacentes nas superfícies das lâminas das cápsulas são transportadas electrolìticamente para o cátodo, do que resulta ficarem as cápsulas de amostragem limpas (Fig. 1).

Em seguida procede-se à lavagem com água destilada e álcool como se indicou para o processo anterior.

Filmes de revestimento das lâminas de amostragem

5 — Conseguida a limpeza das cápsulas por qualquer dos métodos indicados, encontramo-nos em condições de sobre elas colocar a película de suspensão dos objectos. Há, para o efeito, dois meios de se conseguirem filmes considerados

bons, que definem duas escolas de técnicas diferentes:

— A escola americana, que utiliza filmes de óxido de alumínio;

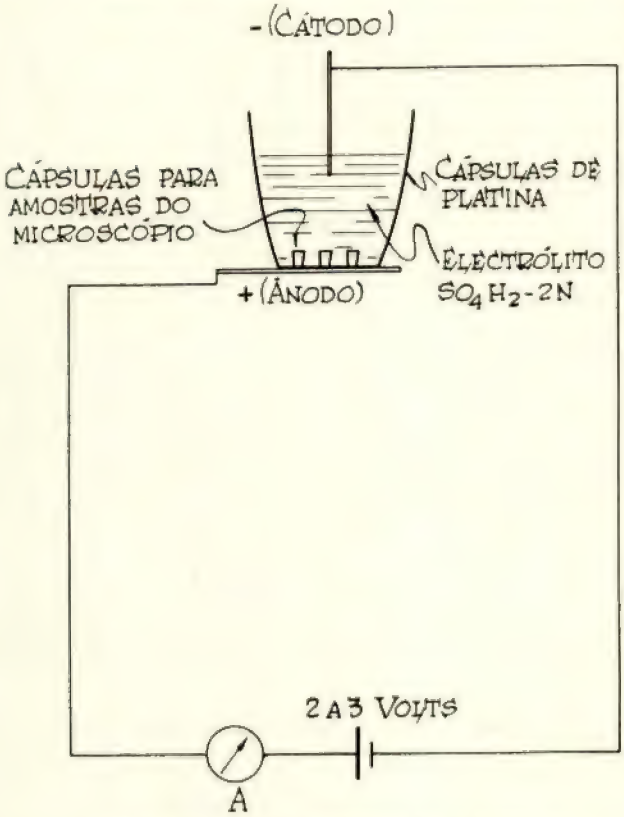


Fig. 1 — Lavagem electrolítica das cápsulas (Wiesenberger)

— A escola europeia, que prefere os filmes de colódio.

Cada um destes filmes tem sobre o outro uma vantagem e um inconveniente:

— O filme de óxido de alumínio é mais resistente destruindo-se com maior dificuldade pela acção do calor;

— O filme de colódio facilita uma observação mais clara e minuciosa.

Antes de proceder à colocação dos filmes, há que se lavar com perfeição todos os recipientes que vão ser usados nas respectivas operações. Essa lavagem faz-se utilizando o ácido cromo-sulfúrico e a água destilada.

A) — *Colocação do filme de colódio nas cápsulas de amostragem*

O filme utilizado nos laboratórios em que pratiquei é constituído por uma película transparente de uma mistura de colódio e acetato de butilo em proporções que variam entre 1 de colódio para 5 de acetato de butilo e 1:20. A mistura é variável conforme a natureza da preparação e o contraste do material a observar, utilizando-se muito a solução 1:18 com que se obtém boa visibilidade e contraste ainda que o filme assim obtido seja fàcilmente destruído pelo aquecimento devido aos choques do feixe electrónico. Consegue-se reduzir esse perigo fazendo uma variação sempre lenta nos comandos da voltagem e da amperagem.

O processo de execução é como se segue (fig. 2):

1.º — Colocam-se as cápsulas na superfície circular de porcelana do funil cilíndrico — com cerca de 5 cm de diâmetro — tendo-se prèviamente lançado água bidestilada até à altura de 1 cm.

2.º — Deita-se em seguida uma gota da mistura colódio-acetato de butilo, tapando-se o filtro com uma folha de papel de filtro, permanecendo assim durante uns cinco minutos.

3.º — Com uma pinça extrai-se esta primeira película cuja finalidade é a de fixar e eliminar quaisquer poeiras.

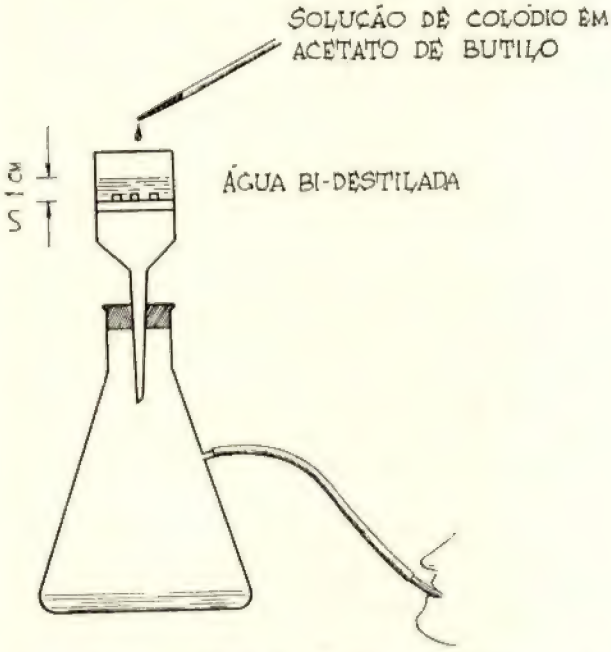


Fig. 2 — Preparação dos filmes de colódio (Esquema)

4.º — Deita-se novamente outra gota da mistura colódio-acetato de butilo que, com as mesmas precauções, se deixa repousar durante cinco minutos.

5.º — Provoca-se a descida da água do funil, por exemplo por meio de sucção, de modo que a água bidestilada caia gota-a-gota e sem que haja qualquer paragem acidental até que a água se elimine completamente do filtro.

Nestas condições o filme de colódio revestirá completamente as cápsulas de amostragem.

6.º — Retiram-se as cápsulas por meio de uma pinça e colocam-se no depósito respectivo.

7.º — O filtro enche-se com ácido cromo-sulfúrico, permanecendo assim até nova utilização.

Sucede que, se o tempo de permanência em repouso da gota de colódio-acetato de butilo sobre a água destilada não atingir cinco minutos, a película resultará demasiadamente fraca. Se exceder sensìvelmente esse tempo, o filme apresentar-se-à com orifícios a mais. As películas grossas (soluções de 1:5, 1:10 ou 1:12), têm vantagem quando se pretende fazer a observação directa do filme e quando interessa proceder à correcção do astigmatismo do microscópio.

B — *Colocação do filme de óxido de alúmínio*

O filme nestre processo é constituído pelo óxido de alumínio — O^3Al^2. A película obtém-se por electrólise.

O electrólito é, neste caso, constituído por

$PO^4HN_a{}^2$	30 gr.
OH^2	470 gr.
SO^4H^2 (d = 1,84).	1 c. c.

A placa de alumínio tem geralmente 20 × 2 cm de superfície e cerca de 0,5 mm de espessura (fig. 3).

Antes de utilizada é submetida na parte inferior e numa extensão de ordem dos 3 cm a um ataque de $ClH + F_2H_2$, secando-se em seguida.

1.º — Coloca-se o conjunto como se indica no esquema e faz-se passar a corrente durante 20 segundos cronometrados.

2.º — Retira-se a placa de alumínio, corta-se a parte que ficou imersa, lava-se com água destilada e seguidamente com álcool puro, secando-se depois durante 20 minutos numa estufa seca a 70 ou 80º C.

3.º — Em duas cápsulas de vidro, cilíndricas (1 e 1'), deita-se bicloreto de mercúrio — Cl^2H_g — e em duas outras (2 e 2') água destilada.

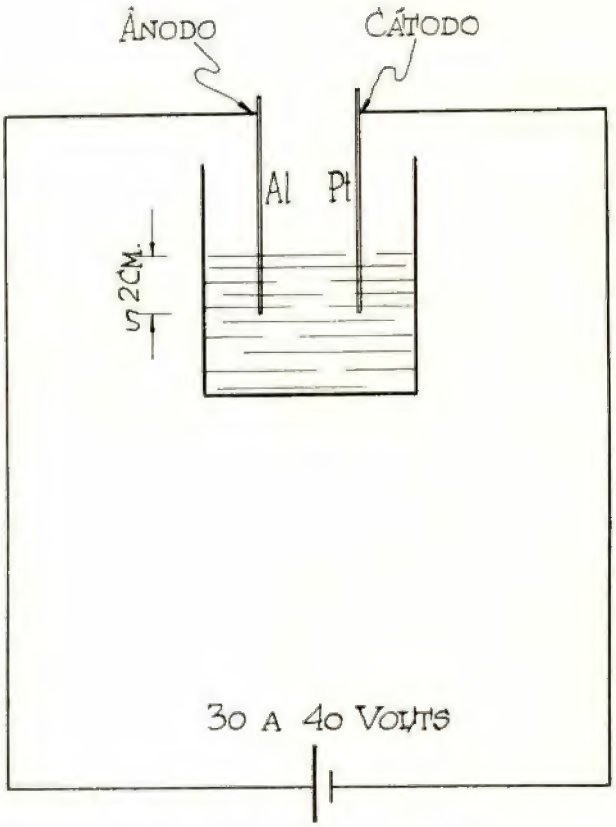


Fig. 3 — Filmes de óxido de alumínio (Escola Americana)

4.º — A placa de alumínio que foi submetida à secagem risca-se, com uma lâmina de barba, em quadrados da ordem dos 3 × 3 mm.

5.º — Coloca-se a placa riscada na cápsula 1. Os quadrados riscados vêm-se então libertar sob a forma de pequenos filmes que ficam suspensos.

6.º — Por meio de uma pequena espátula de vidro transporta-se cada um dos filmes para a cápsula 1' onde permanecem durante 25 minutos (fig. 4).

7.º — Com a mesma espátula transportam-se os filmes da cápsula 1' para a cápsula 2, onde se deixam durante os mesmos 25 minutos.

8.º — Do mesmo modo, transportam-se os filmes da cápsula 2 para a 2', protegendo-se esta segunda lavagem das poeiras por meio de vidros de relógio, durante igual tempo — 25 minutos.

9.º — Com uma pinça de bicos curvos pegam-se as cápsulas de amostragem que se imergem em 2' devendo, no momento da imersão, as películas sair apoiadas na superfície da lâmina das cápsulas de amostragem, em boa posição, sem rugas ou dobras.

10.º — Deixam-se secar as cápsulas de amostragem colocando-as em papel de filtro.

11.º — Observam-se ao microscópio de luz e verifica-se se estão em boas condições.

Fig. 4 — Espátula para transporte dos filmes, suspensos, nas cápsulas

Apresentámos esta primeira fase da técnica da amostragem em microscopia electrónica, que constitui a base de preparação das amostras. O processo é absolutamente geral para quaisquer finalidades de observação.

Técnicas de amostragem

6 — Como tivemos ocasião de expor anteriormente, a amostragem constitui a sede de preocupações de investigadores da microscopia electrónica.

Dissemos já que as amostras deverão ser suficientemente delgadas para não se destruirem por acção do calor e para permitirem uma boa observação.

Se muitos corpos são de molde a obedecer àquela condição, em muitos outros é impossível atingirem-se lamelas de boa qualidade. É o caso dos metais, dos vidros, e de um modo geral dos corpos sólidos em que se não pode utilizar a guilhotina mecânica especialmente fabricada para essa operação, por não haver lâminas cortantes para esses corpos.

Rodeou-se o problema para um novo processo de observação que consiste em se executarem moldes das respectivas superfícies que, convenientemente solidificados, permitem ser observados ao microscópio electrónico. Resultaram assim dois métodos de amostragem que dividiremos em

— métodos indirectos
— métodos directos.

Pelos segundos torna-se possível a observação directa dos objectos; pelos primeiros observam-se as formas e dimensões dos elementos amorfos ou cristalinos que os constituem.

A) — *Processos indirectos*

7 — A moldagem dos objectos pode ser obtida utilizando uma substância que consiga aderir perfeitamente à superfície que se pretende observar, deixando fixos e nítidos os contornos e as dimensões dos grânulos ou dos cristais. Em seguida submetem-se estes moldes a uma série de operações que tornam possível observá-los ao microscópio electrónico. É o chamado método das «réplicas».

Em corpos de já reduzidas dimensões mas de difícil observação directa ao microscópico electrónico, pode-se utilizar um outro processo que consiste essencialmente em cobrir todo o volume das partículas por uma película de um material conveniente que se fixe e não seja atacável pelos ácidos ou bases que possam dissolver as partículas interessadas. Foi o efeito da atmosfera de carbono experimentado pelo Dr. Wiesenberger a quem temos feito referência amiudadas vezes.

O método das «réplicas» é, nos laboratórios «Siemens», executado por meio do *Triafol*.

a) — *Preparação de «réplicas» — método do Triafol*

O triafol é uma folha de acetobutirato fabricado pela casa Bayer com espessuras variáveis entre 0,04 e 0,1 mm. Estas espessuras devem ser utilizadas diferentemente segundo a rugosidade do material que se pretende estudar. Para superfícies mais lisas, o menos espesso; para as mais rugosas o de maior espessura.

A superfície do material de que se pretende a «réplica» deve estar completamente limpa.

1.º — Fractura-se o material em várias secções, limpando bem todas aquelas em que se pretende proceder à «réplica».

2.º — Deita-se, primeiro, por meio de um tubo capilar de vidro, uma pequena quantidade de acetona, nas zonas interessadas.

3.º — Antes que a acetona comece a evaporar-se coloca-se uma secção de triafol (1,5 × 1,5 cm) e, sempre que isso seja possível, sem exercer qualquer pressão sobre o triafol. Este fica ligado à acetona e adere à superfície do corpo.

4.º — Depois de 3 a 5 minutos retira-se o triafol da superfície a que aderiu.

5.º — Deixa-se secar a coberto de poeiras.

6.º — Procede-se à operação de sombreamento que descreveremos noutro capítulo. Para este tipo de «réplica» está indicado o sombreamento com o mono-óxido de silício negro (O^2S_i), segundo inclinações variáveis entre 25º (especímens lisos) e 45º (especímens rugosos).

7.º — Retiram-se as «réplicas» e dá-se-lhes um banho de parafina utilizando um tubo de vidro molhado de parafina a 52º C, de modo a formar uma pelicula da ordem dos 0,3 mm. *A parafina não deve ser aplicada na parte detrás do triafol.*

8.º — Deixa-se secar convenientemente em campânula de vidro, protegida de poeiras.

9.º — Com cuidado, pegando-o por meio de duas pinças, lança-se o triafol num banho de acetato de metilo concentrado. O triafol deverá dissolver-se em cerca de 20 minutos. Este acetato de metilo deve ser prèviamente saturado de parafina para proteger a camada de parafina existente no triafol.

10º — Por meio de uma pá de vidro fino (fig. 5), tiram-se as parafinas e passam-se para um segundo banho de acetato de metilo que durará 1 a 5 minutos no máximo.

Fig. 5 — Pá para transporte das réplicas nos banhos de dissolução

11.º — Extraem-se as parafinas que se lançam cuidadosamente sobre um papel de filtro onde, protegidas por campânulas, se deixam secar *devendo ficar o lado sombreado para cima e a camada de parafina para baixo.*

12.º — Por meio de uma lâmina de barba, por ex., sobre um vidro limpo, cortam-se as parafinas em quadradinhos de cerca de 2 mm de lado e transporta-se cada um deles para uma cápsula de amostragem de modo que a zona que foi sombreada fique para baixo, em contacto com a cápsula.

13.º — Para proteger os quadradinhos da parafina da flutuação, colocam-se por cima dessas parafinas pequenas redes de arame de 0,3 mm e malha de 0,6 mm.

14.º — Com uma pinça e muito cuidado, colocam-se as cápsulas num banho de tolueno puro, onde permanecem 5 minutos a fim de se dissolver a parafina.

15.º — Transportam-se as cápsulas para um segundo banho de 1 minuto, em tolueno, onde ficará dissolvida a parafina residual.

Obs.: — Nestas fases de trabalho, devem-se evitar todas as vibrações.

16.º — Retiram-se as cápsulas para um papel de filtro, onde se deixam secar, protegidas por campânulas de vidro.

17.º — Quando as preparações estão secas, a rede é retirada pegando a cápsula com a pinça e dando um impulso rápido que a lança para fora.

As «réplicas» estão assim em condições de serem observadas ao microscópio.

Acentuamos a generalização que a técnica das «réplicas» tem tido nos trabalhos de cristalografia e de metalurgia.

b) — *Método da atmosfera de carbono*

No aparelho apropriado estudado pelo Dr. Wiesenberger, cujo esquema apresentamos e a que poderemos chamar «produtor de atmosfera de carbono», colocam-se as cápsulas de amostragem já com os respectivos objectos apoiados, dentro de uma campânula de vidro e sobre o ânodo, entre ânodo e cátodo (Fig. 6).

As experiências realizadas, que tive oportunidade de observar, foram feitas sobre cristais de óxido de magnésio e a essas me refiro especialmente.

Estabelece-se o vácuo no interior da campânula por meio de bomba de difusão de óleo. Atingindo os valores da ordem dos 10^{-4} milímetros de mercúrio dá-se saída ao benzeno sobre a forma de vapor, criando deste modo, no interior da campânula, uma atmosfera de benzeno. Por acção eléctrica, os vapores sofrem dissociação dirigindo o cátodo e o ânodo os iões resultantes. Os iões de carbono vão-se precipitar na zona anódica, envolvendo toda a superfície

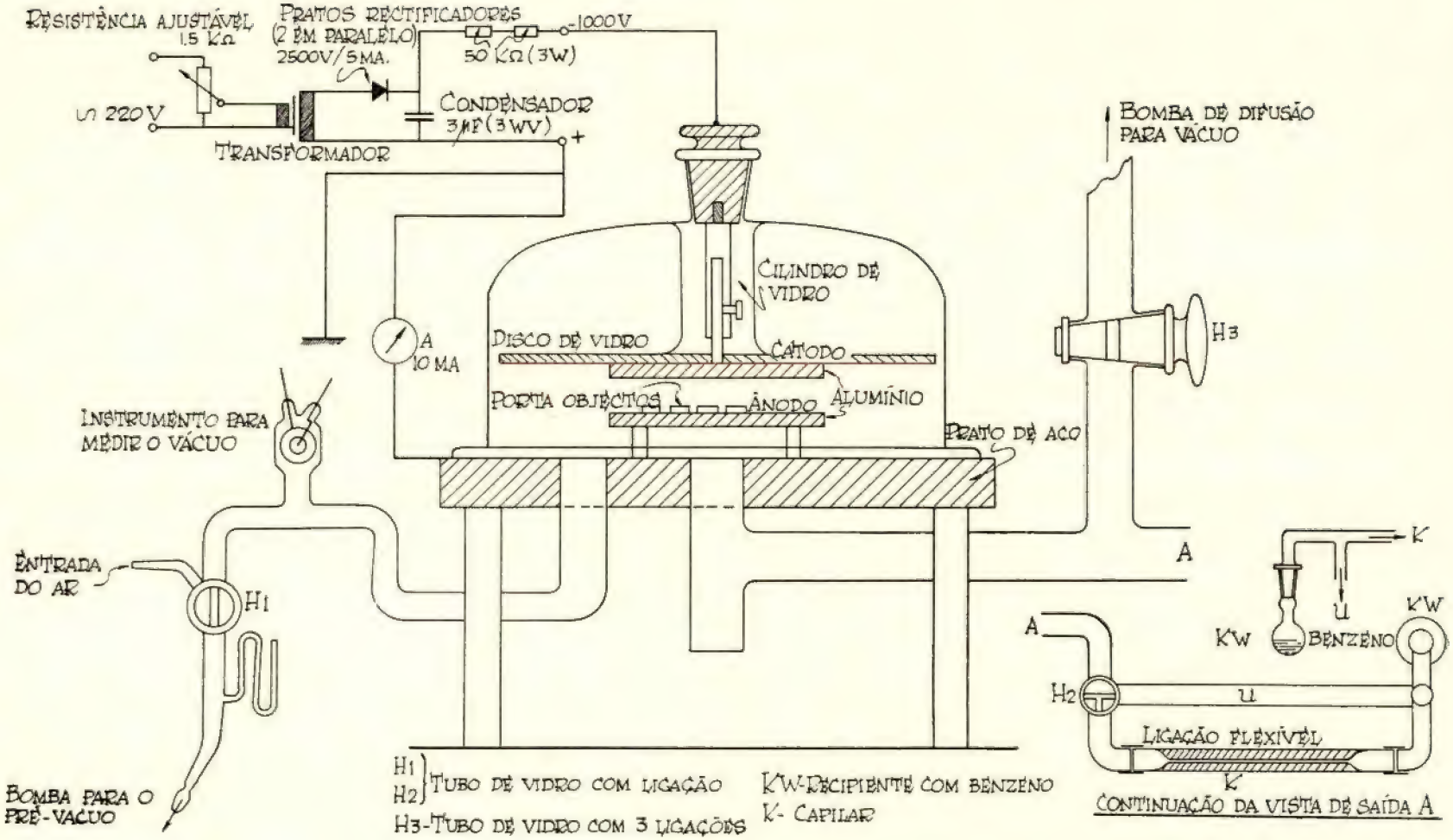


Fig. 6 — Aparelho para produzir atmosfera de carbono
(Wiesenberger)

das cápsulas de amostragem que repassam sobre o ânodo. Uma vez estabelecida a cortina contínua de carbono que se observa à vista, fecha-se a entrada do benzeno, restabelece-se a pressão normal no interior da campânula e retiram-se as cápsulas de amostragem que vão ser, em seguida, submetidas a um ataque de ácido clorídrico.

O ácido dissolve o óxido de magnésio, mantendo intacta a película de carbono (transparente) que permanece a definir com precisão o contorno dos cristais.

As fotografias dos cristais de óxido de magnésio que apresentamos foram obtidas por este processo.

B) — *Processos directos*

8 — Nestes processos temos a considerar ainda duas variantes: aquelas em que o objecto se pode colocar directamente sobre as cápsulas de amostragem e os que têm de sofrer operações que os tornam suficientemente rígidos para serem cortados por uma lâmina posta em guilhotina mecânica apropriada; contudo, não tão duros que tornem impraticável o corte. Estão neste grupo muitas das preparações dos tecidos e células animais e algumas vegetais. É o caso que na nossa Província pode ter uma importância muito grande, quer nos campos médico e veterinário, quer na investigação das fibras vegetais em que se prossegue uma actividade considerável.

Agrupamos estas preparações em:

— Amostras de suspensões coloidais;
— Amostras de óxidos colhidos na sua formação;
— Culturas microbianas e bacteriológicas;
— Preparações biológicas especiais.

a) — *Preparação de amostras directas de suspensões coloidais*

Este género de preparações interessa para o caso de todas as suspensões em que se englobam os grupos argilo-colóides, os cimentos, os betumes e asfaltos, etc.

Consiste, essencialmente, em criar uma suspensão suficientemente diluída para que as partículas se não acumulem à secagem umas sobre as outras de modo a tornarem difícil a sua distinção. Não convém, por outro lado, que a suspensão seja tão pouco densa que rareie o número de partículas precipitadas em cada amostra.

O líquido em que se realiza essa suspensão tem de obedecer a duas condições fundamentais:

— Não atacar o objecto cuja imagem se pretende;
— Não atacar a película de colódio ou de óxido de alumínio da cápsula de amostragem.

Utiliza-se em geral, para os corpos da natureza das argilas-coloides, cimento e análogos, a água bi ou tri-destilada. Para os betumes e asfaltos uma solução muito diluída (em água bi ou tri-destilada) de amónia, por exemplo. Não se deve nunca utilizar o petróleo com as películas de colódio-acetato de butilo.

A emulsão deve ser levada a efeito num emulsor de alta frequência. Utilizámos um emulsor de vibrações ultra-sónicas. No nosso Laboratório utiliza-se um centrifugador rápido CEPA C/20.000 r/min.

Obtida a emulsão suficientemente homogénea, opera-se do seguinte modo:

1.º — Deita-se por meio de um tubo capilar, particularmente construído para cada uma destas operações e servindo apenas para uma qualidade de amostra, uma gotícula sobre a parte superior da cápsula onde existe o filme.

2.º — Deixa-se repousar assim a cápsula durante uns 5 a 10 minutos, em que se dá a precipitação das partículas para o filme.

3.º — Por meio desse mesmo tubo capilar — e só desse — extrai-se o líquido da gotícula — o que se faz por capilaridade — e com o cuidado de não tocar no filme na zona dos orifícios, do que resultaria a sua destruição.

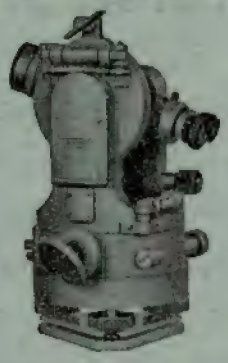
4.º — Verifica-se ao microscópio de luz se os orifícios das cápsulas contêm vestígios dos elementos a observar.

No caso de os não apresentarem coloca-se nova gotícula da emulsão.

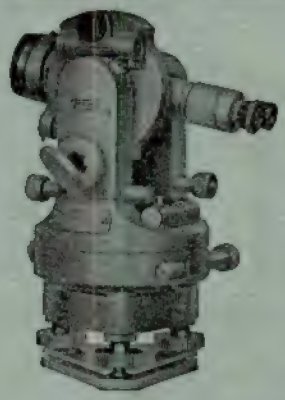
b) — *Amostras de óxidos colhidos na sua formação*

É um processo bastante simples. Dois filamentos terminados em bico, são postos em ligação pela extremidade oposta ao bico, aos bornes de um circuito eléctrico vulgar. Aproximando os bicos com os filamentos em ângulo recto,

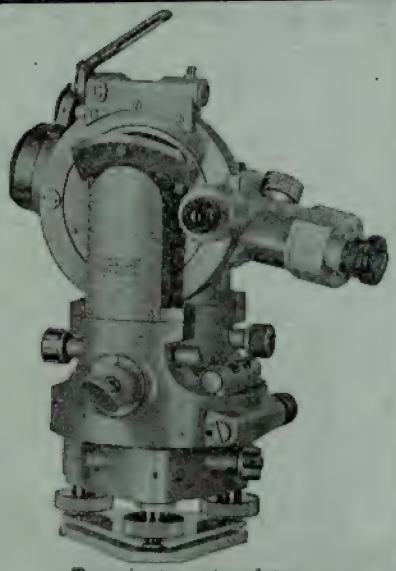
MATERIAL Fennel KASSEL TOPOGRÁFICO



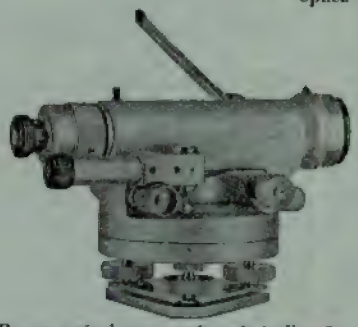
Teodolito de 8 cm, com leitura óptica dos 2 limbos



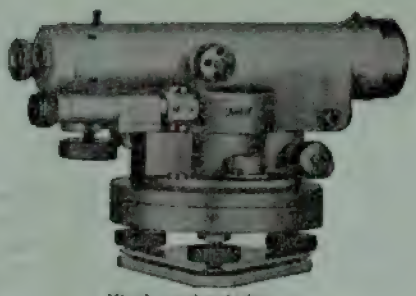
Teodolito de 9 cm, com leitura optica dos 2 limbos



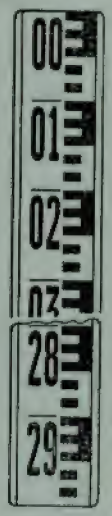
Taqueómetro auto-redutor



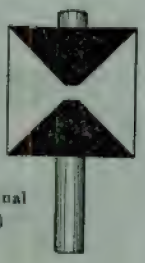
Pequeno nivel com parafuso de inclinação



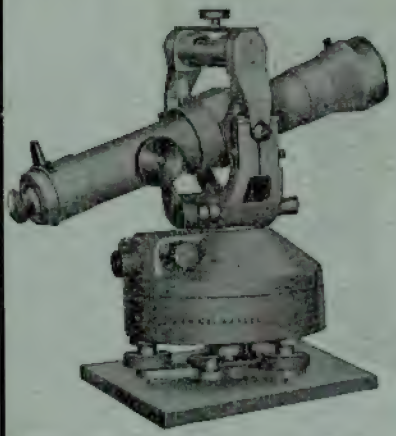
Nivel taquiométrico



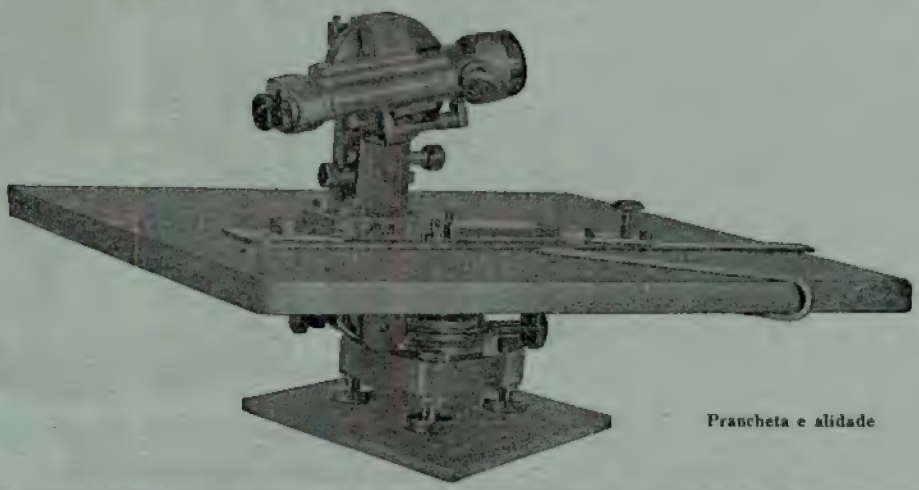
Clinómetro com sinal (sistema Fennel)



Tambor com fita de aço de precisão



Luneta para observação de deslocamento de barragens



Prancheta e alidade

REPRESENTANTES

PAPELARIA FERNANDES

145, R. do Ouro, 149 — LISBOA — Largo do Rato, 13

V-26 CARRO-ELEVADOR ELECTRO-HIDRÁULICO

de forquilha com pneus. De manobra fácil e serviço garantido. Capacidade máxima de elevação: 2 toneladas. Funcionamento rápido, gira fàcilmente no seu próprio comprimento. Velocidade: 10 a 15 kms/hora. Peso vazio: 3100 quilos. Altura de elevação: 2 m., 3 m. ou 3,40 m. conforme instruções.

»TECHNOIMPEX«

EMPRESA HÚNGARA PARA O COMÉRCIO EXTERIOR DE MÁQUINAS

Budapeste 62. B. P. 183 HUNGRIA

dá-se o aquecimento e a formação de óxido metálico resultante que se espraia em vapor. Não temos mais do que, pegando uma cápsula de amostragem com uma pinça, a fazer passar pelos fumos que deixarão na película alguns elementos metálicos oxidados.

c) — *Culturas microbianas e bacteriológicas*

Pelos métodos vulgares conhecidos, provoca-se uma cultura de micróbios ou de bactérias. Toma-se uma porção de uma destas culturas suficientemente diluída e lança-se por meio de um tubo capilar uma gotícula na cápsula de amostragem. O método é para estas operações idêntico ao apresentado para o caso das suspensões coloidais. Acresce, no uso do tubo capilar, a precaução de não se aspirar por meio da boca. Utilizam-se então fios de vidro molhados na diluição que por adesão formam a gotícula a cair depois por gravidade.

d) — *Preparações biológicas especiais*

Não podemos deixar de fazer referência a este método muito necessário para os que tratam da célula ou da fibra, particularmente animal.

Como dissemos, o método não está (ou não estava) ainda completamente aperfeiçoado.

Porém, a parte do corte do objecto em lamelas ficou resolvido por meio de uma guilhotina constituída por uma lâmina afiada com técnica especial a fim de não deixar irregularidades no corte que deformariam a imagem. O objecto depois de tratado é colocado preso a um fixador com movimento helicoidal em que, por cada rotação, se corta uma lamela. Esta é lançada automàticamente para um reservatório com água donde se transpõe para as cápsulas do mesmo modo que foi indicado para os filmes de óxido de alumínio.

Os tecidos animais — e alguns vegetais — sofrem um tratamento de modo a eliminar-se-lhes a humidade — sempre prejudicial — e a dar-se-lhes uma consistência que permite o corte. Para se não destruir qualquer parte constituinte, envolvem-se por uma substância gelatinosa homogénea e assim protegidos seguem para a guilhotina.

1.º — Cortam-se os tecidos em cubos com cerca de 3 mm de aresta e deitam-se em pequenos tubos de ensaio depois de tratados com ósmio tetraoxidado — 1 % em água e solução Buffer com pH = 7,2, onde permanecem 2 a 3 horas.

2.º — São lavados durante uma a duas horas em água corrente por meio de pequenos sifões feitos com tubos de vidro (fig. 7).

3.º — Lavam-se durante meia hora numa solução de álcool a 60º.

4.º — Lavam-se durante meia hora numa solução de álcool a 70º.

5.º — Lavam-se durante meia hora numa solução de álcool a 80º.

6.º — Lavam-se durante meia hora numa solução de álcool a 90º.

7.º — Lavam-se durante meia hora numa solução de álcool a 95º.

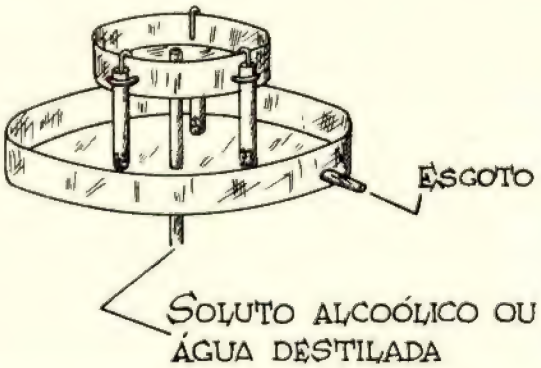


Fig. 7 — Sifão para lavagem das preparações biológicas

8.º — Três vezes por fases de 20 minutos em álcool a 100º.

9.º — Lavam-se em seguida três vezes numa solução alcoólica com um catalisador num fogão polimerizador a 43º C durante uma dezena de horas.

10.º — Deixam-se durante algumas horas no mesmo fogão numa solução 9 : 1 de metacrilbutilester e metacrilmetilester.

11.º — Os tubos de gelatina com os cubos assim preparados e revestimento sólido são fixados à parte móvel da guilhotina e cortados em películas para observação, como deixamos acima descrito.

O catalisador utilizado no caso que presenciámos foi o Catalisador Universal n.º 85.

Não ficamos contudo garantidos para a execução deste método que deverá ser cuidadosamente estudado pelos que têm de proceder àquelas

preparações. Não podíamos deixar de lhe fazer referência pelo interesse que merece, aconselhando porém que se rectifiquem e completem os reagentes usados em cada uma das operações.

e) — *Evaporação e sombreamento*

9 — Logo que as cápsulas de amostragem se encontrem nesta fase (excepto no que respeita às «réplicas» cujo sombreamento é executado em operação anterior), há que proceder à evaporação do objecto. Como se disse, é conveniente a eliminação da humidade.

Da evaporação resulta também o sombreamento da amostra. Este facto é de extraordinária importância, pois permite, aliado à observação do objecto projectado no «écran», o efeito da sombra sobre a película. Isto traduz-se na interpretação espacial da imagem.

A evaporação e sombreamento da amostra é obtido num aparelho especial com vácuo elevado, que atinge os valores da ordem dos 10^{-6} milímetros de mercúrio.

Na câmara do vácuo coloca-se um metal ou óxido metálico que se faz atravessar por uma corrente de algumas dezenas de ampères — em geral de 40 a 70 ampères. O metal ou óxido metálico emite assim radiações que incidindo sobre ângulos comandáveis provocam a evaporação e o sombreamento.

Actuam deste modo duas entidades independentes que, para cada caso, devem ser ponderadas: o objecto e o metal ou óxido metálico utilizado para a evaporação.

Quanto ao objecto, estabelece-se o ângulo de incidência das radiações, variável entre os 25º para corpos finos e 45º para os volumosos.

Da natureza dos metais ou óxidos metálicos que emitem as respectivas radiações estabelece-se o vácuo mínimo a que se deve trabalhar e o tempo da exposição da incidência.

Sem que os números tenham valor, mas para uma ideia das grandezas, diremos que o vácuo varia entre os 10^{-4} aos 10^{-6} mm de mercúrio e os tempos de exposição oscilam entre os 5 e os 30 segundos.

Para que a imagem seja bem interpretada convém que em cada fotografia se registe o elemento utilizado no sombreamento e o ângulo de incidência. Em muitas fotografias que se apresentam, o ângulo de incidência não vem registado. Isso é devido ao uso mais generalizado do ângulo de 30º.

Conclui-se que o sombreamento se realizou quando a chapa metálica do aparelho que suporta as cápsulas de amostragem denota uma mancha ténue.

Nesta operação devem ficar arquivadas as seguintes especificações:

— metal de sombreamento
— natureza da amostra
— inclinação da incidência
— intensidade inicial do vácuo
— intensidade final do vácuo
— intensidade da corrente eléctrica
— tempo de exposição
— resultados.

Durante o sombreamento nota-se, em geral, um abaixamento do vácuo. Este abaixamento continua, porém, a ser recuperável durante a operação, ainda que a recuperação total se não efectue.

Se esse abaixamento é elevado e não recuperável, o sombreamento deve ser interrompido e aguardar-se uma intensidade de vácuo mais elevada.

10 — Os elementos mais utilizados para o sombreamento são:

— mono-óxido de silício
— óxido de tungsténio
— platina
— paládio
— crómio

a) — *Sombreamento com o mono-óxido de silício*

O mono-óxido de silício apresenta-se normalmente em duas variedades: castanho e negro. Para esta operação deve ser utilizado o preto em fragmentos e não em pó, colocando-os em cápsula apropriada de tântalo de 0,1 mm de espessura (fig. 8).

Fecha-se o circuito quando o vácuo se mantém entre os 10^{-4} e os 10^{-5} milímetros de mercúrio e eleva-se a corrente até aos 60 ampères. Em geral o tempo da incidência oscila pelos 20 segundos.

b) — *Sombreamento com o óxido de tungsténio*

A técnica é semelhante à executada com o mono-óxido de silício.

c) — *Sombreamento com a platina*

Neste caso fixa-se uma pequena lâmina de platina (2×3 mm) no centro de um fio de

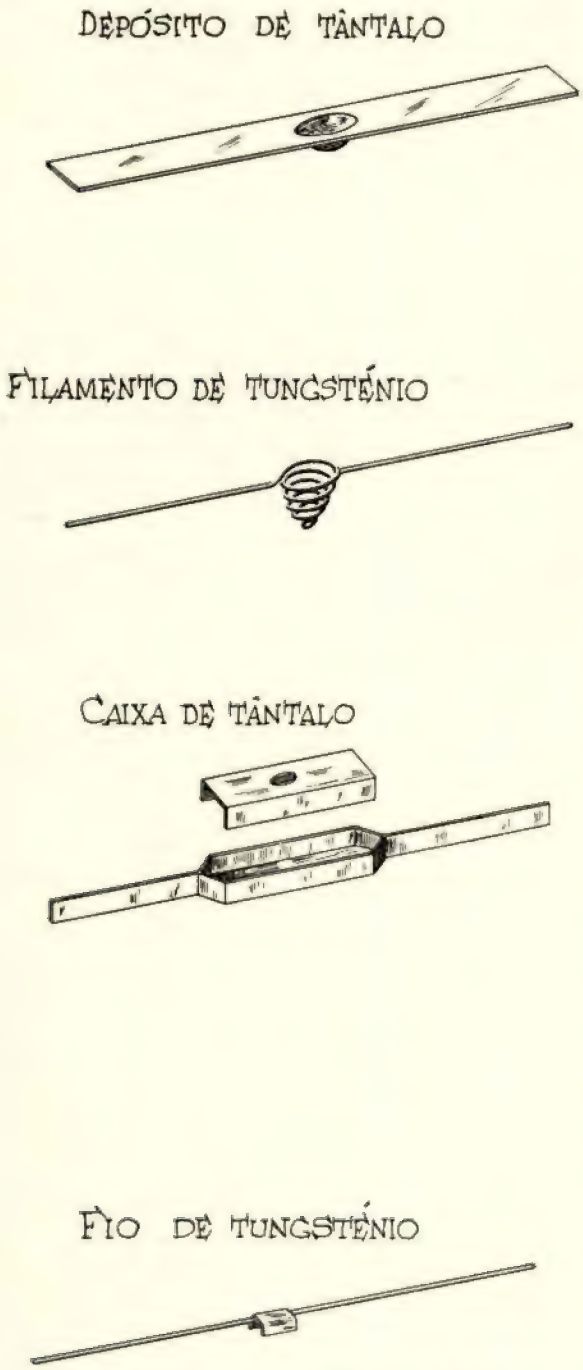


Fig. 8 — Caixas de depósito e filamentos de suporte dos materiais de sombreamento

tungsténio de 0,8 mm de diâmetro cujas extremidades se ligam aos bornes do circuito eléctrico (fig. 8).

O sombreamento com platina carece de um vácuo elevado — $2 \sim 3 \times 10^{-5}$.

d) — *Sombreamento com o paládio*

A técnica é semelhante à da platina.

e) — *Sombreamento com o crómio*

Pratica-se de modo semelhante ao do mono-óxido de silício. Contudo, as dimensões dos fragmentos devem ser um pouco mais elevadas.

Este sombreamento é muito usado para a película de colódio que se pretende na correcção do astigmatismo.

O vácuo é, em geral, elevado a $1{,}5 \times 10^{-5}$ e manifesta-se uma queda sensível de vácuo durante a operação (de $1{,}5 \times 10^{-5}$ inicial a $8 \times \times 10^{-5}$ final).

* * *

Conseguimos condensar o que mais importa à preparação de amostras para observação ao microscópio electrónico que usamos. Não podíamos deixar de o fazer por se tratar de técnicas que estão muito pouco divulgadas e, muitas delas até, sob a forma de tentativas ainda não confirmadas quanto a resultados positivos frequentes.

Não se possui bibliografia que dispense pormenores que nos parecem essenciais. Contudo, o que apresentàmos por efeito dos trabalhos que realizámos durante o tempo em que trabalhámos nos Laboratórios da «Siemens & Halske», bem pode constituir ponto de partida para estudos conscienciosos nas diversas actividades a que importa a microscopia electrónica.

Nas actividades científicas médicas, veterinárias, botânica e até mineralógica, nas indústrias de fundição que já existem entre nós, muito se pode fazer para o avanço que do microscópio electrónico se pode beneficiar.

Tomando estes conhecimentos como ponto de partida, todo o investigador se encontra apto a prosseguir as pesquisas que mais particularmente lhe interessem, de modo a atingir cada vez melhores possibilidades de observação. Não há rigidez de princípios quanto ao desenvolvimento de técnicas desta natureza.

À semelhança do que vimos em Berlim, as entidades estranhas, sem investimento de capitais sensíveis, poderão dedicar-se à preparação de amostragens.

Médicos e investigadores vários, dos diversos departamentos daquela cidade, assìduamente se apresentam nos Laboratórios da «Siemens & Halske» para examinarem as suas amostras e colherem as respectivas fotografias.

Este exemplo pode ser seguido entre nós, aproveitando convenientemente as poucas unidades que existem de modo a não tornar imperiosa a aquisição de um microscópio electrónico, cujo custo é muito elevado, em cada departamento de estudo ou de investigação.

REFERÊNCIAS

Os métodos que se apresentam são provenientes da sucessão dos trabalhos em curso nos Laboratórios da «Siemens & Halske» de Berlim. Resultam dos apontamentos que tomámos e da orientação que foi dada no Laboratório de Ensaios de Materiais e Mecânica do Solo de Lourenço Marques.

AGRADECIMENTOS

Por todos os esclarecimentos que nos foram dados e pela boa vontade que sempre manifestaram em pormenorizar todos os assuntos que aqui expusemos, não podemos deixar de apresentar a palavra de agradecimento à Dr.ª Weichan e Dr. Wiesenberger, investigadores dos Laboratórios de Microscopia Electrónica da «Siemens & Halske». Ao Director dos Serviços de Obras Públicas e Director do Laboratório, o nosso reconhecimento pela boa vontade sempre manifestada e facilidades dadas às publicações destes trabalhos.

SUMMARY

This is the second of a series of three papers dealing with electron microscopy. The first described the general principles underlying the method. In the present paper the Author refers with great detail the delicate techniques involved in the preparation of samples for examination on the electron microscope. The main sections of the paper are related to sample trays, films of collodion or of aluminium oxide, sampling techniques by direct or indirect methods and shadowing of specimens.

UNILENE

Características :

Leveza; grande resistência ao choque, esmagamento e abrasão; boa flexibilidade; grande estabilidade dimensional; perdas de carga mínimas; imunidade à incrustação, insensibilidade às baixas temperaturas; resistência aos ácidos minerais, alcalis e soluções salinas, inatacabilidade por fungos ou roedores. Não tóxico.

Restrições :

A temperatura máxima de serviço contínuo é de 50° C.

Aplicações :

Construção Civil, Indústria Química, Condutas desmontáveis ou fixas para cerveja, agricultura, vinicultura, sulfato para as vinhas, estábulos, nitreiras, centrais leiteiras, sumos de frutos, águas ácidas, água salgada ou calcárea, condutas de água e ar nas minas, pedreiras, etc.

UNILENE

SOCIEDADE FABRIL DE MATÉRIAS PLÁSTICAS

S. A. R. L.

PORTO

RUA DO HEROÍSMO, 291

Tele { gramas UNISOTRA
fone (prov.) 5 2102

LISBOA

RUA DA EMENDA, 19

Tele { gramas UNISOTRA
fone 2 0448 - 36 7188 - 36 7489

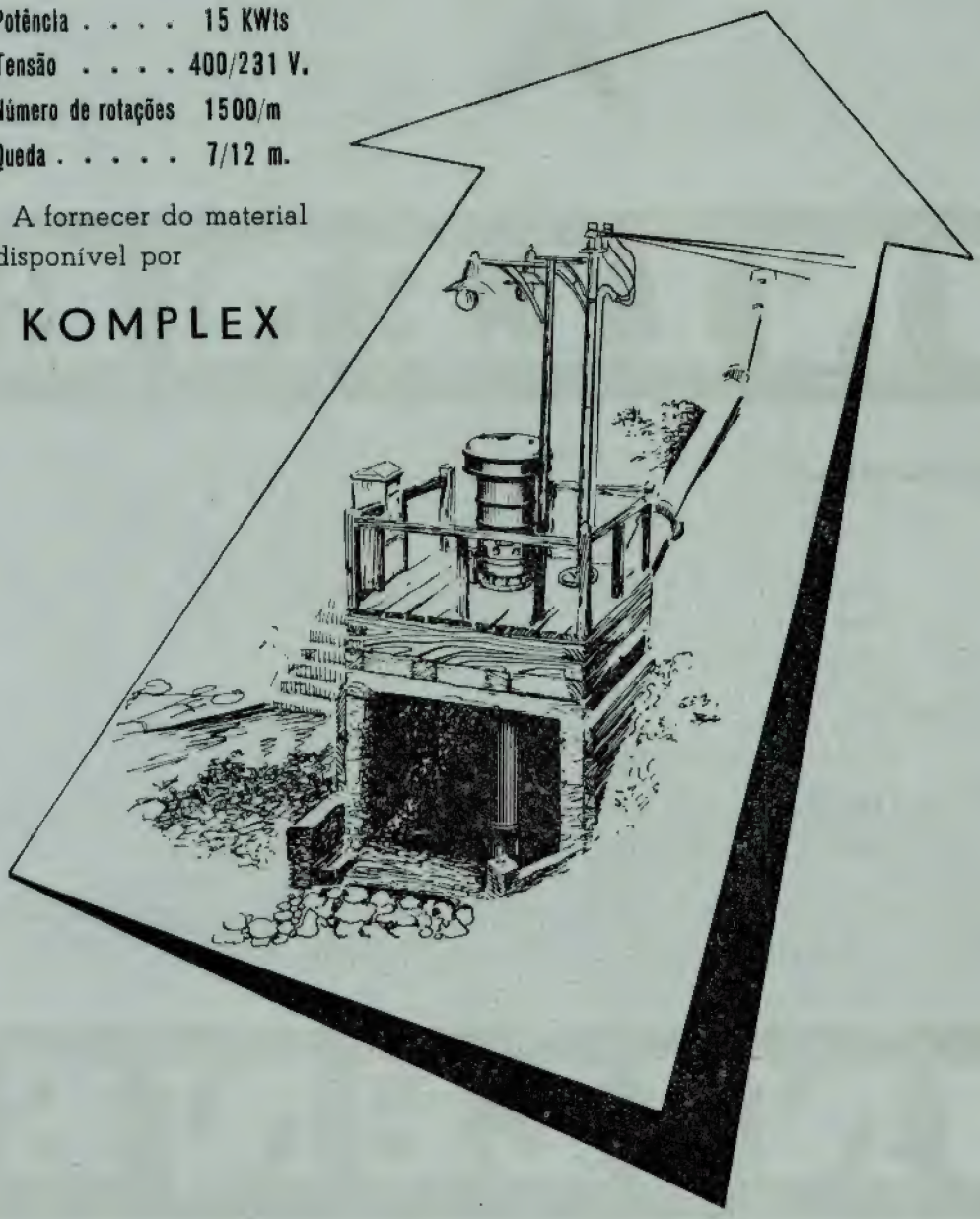
Grupos hidro-electrogénicos automáticos de tipo

GANZ-MIGNON

Potência . . . . 15 KWts
Tensão . . . . 400/231 V.
Número de rotações 1500/m
Queda . . . . . 7/12 m.

A fornecer do material disponível por

KOMPLEX



SOCIEDADE HÚNGARA PARA O COMÉRCIO DAS INSTALAÇÕES FABRIS

Budapeste V., Dorottya-n. 6. P. O. B. 36 — Budapest 51

Telegramas: KOMPLEX — BUDAPESTE

C. D. U. 612.67

BOMBAS CENTRÍFUGAS

PELO ENG.º QUÍM.-IND. (I. S. T.) ANTÓNIO SALES LUÍS

I] Introdução

Invariàvelmente ligado ao problema do transporte de líquidos há a considerar o das bombas. Como se sabe, existem 3 tipos distintos, a saber:

— bombas de movimento alternativo
— bombas rotativas
— bombas centrífugas

Modernamente, na indústria, utilizam-se quase exclusivamente as bombas centrífugas de tal modo que se pode afirmar não haver problemas na escolha do tipo de bomba a utilizar. Irving Taylor (1) aconselha usar sempre bombas centrífugas, excepto nos 5 casos seguintes:

1.º] — A viscosidade do líquido, à temperatura de serviço, é superior a 10 cp;
2.º] — A percentagem em volume de gases não dissolvidos é superior a 5 % (ou, mesmo, menor se os gases não estão bem dispersos);
3.º] — A percentagem em volume de sólidos não dissolvidos é superior a 5 % (ou, mesmo, menor se os sólidos não estão bem dispersos);
4.º] — O líquido, a temperatura inferior a 65ºC, é límpido e constitui um óleo lubrificante; além disso, a capacidade constante desejada é superior a 450 m^3h^{-1};
5.º] — No diagrama «altura total de elevação da bomba — capacidade», o ponto correspondente ao regime de trabalho sai fora da zona tracejada do diagrama representado na fig. 1.

Nos casos em que não convém usar uma bomba centrífuga, a opção pode resultar dos seguintes factos:

— as bombas de movimento alternativo são usadas para líquidos não lubrificantes e ainda para líquidos contendo elevada percentagem de gases não dissolvidos
— As bombas rotativas são usadas para líquidos com boas propriedades lubrificantes.

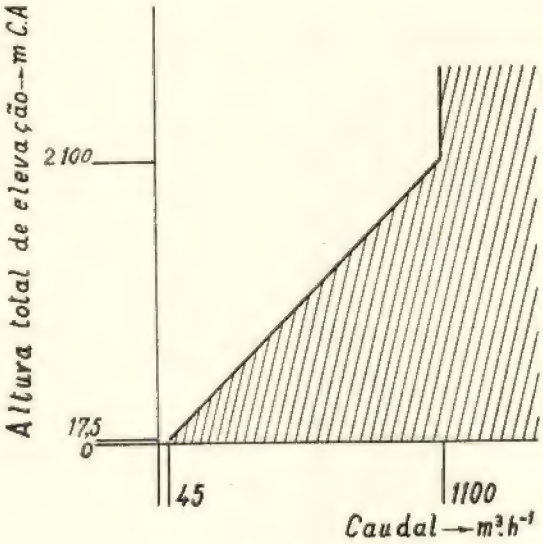


Fig. 1

Note-se que estas considerações são muito gerais. Está fora do âmbito deste artigo a análise dos factores que presidem à escolha do tipo de bomba.

Neste artigo pretende-se analisar, do ponto de vista tecnológico a utilização das bombas centrífugas. Como complemento, analisam-se ainda os diferentes modos de associação de bombas.

II] Equação fundamental das Bombas Centrífugas

Como se sabe, uma bomba centrífuga consta de um rotor encerrado numa caixa. O rotor consta de uma série de pás curvas cuja finalidade é dirigir o movimento do líquido. Quanto maior for o número de pás mais regular é esse movimento e, consequentemente, menor são as perdas devidas à turbulência e à circulação do líquido entre as pás.

O líquido penetra pelo centro do rotor e é

(1) Chem. Eng. Progress, 1950, Dez., pg. 637.

lançado para a periferia por acção centrífuga. Deste modo, o líquido, ao atravessar o rotor, adquire fundamentalmente energia cinética. À saída do rotor, passa através da caixa da bomba onde a pressão cinética se transforma em pressão estática. Em última análise, há portanto aumento de pressão estática.

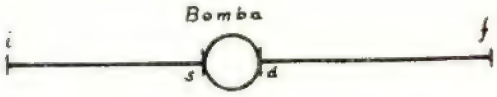


Fig. 2

Consideremos, então, uma bomba instalada numa canalização (fig. 2). A equação fundamental escreve-se [1]:

— em relação ao troço (i — f):

$$\bar{\bar{z}} = \frac{p_f - p_i}{\gamma} + \frac{\alpha (V_f^2 - V_i^2)}{2g} + (h_f - h_i) + P_{if} \qquad (1)$$

— em relação ao troço (i — s):

$$0 = \frac{p_s - p_i}{\gamma} + \frac{\alpha (V_s^2 - V_i^2)}{2g} + (h_s - h_i) + P_{is} \qquad (2)$$

— em relação ao troço (d — f):

$$0 = \frac{p_f - p_d}{\gamma} + \frac{\alpha (V_f^2 - V_d^2)}{2g} + (h_f - h_d) + P_{df} \qquad (3)$$

Das equações (1,2 e 3), admitindo que:

$$P_{if} = P_{si} + P_{df}$$

e

$$h_f - h_i = (h_f - h_d) + (h_s - h_i)$$

vem:

$$\bar{\bar{z}} = \left(\frac{p_d}{\gamma} + \frac{\alpha V_d^2}{2g}\right) - \left(\frac{p_s}{\gamma} + \frac{\alpha V_s^2}{2g}\right)$$
$$= H_d - H_s \qquad (4)$$

em que:

$\bar{\bar{z}}$ . . . trabalho realizado pela bomba por unidade de peso do líquido transportado (altura total de elevação da bomba).

H_d . . . pressão dinâmica na flange de descarga da bomba.

H_s . . . pressão dinâmica na flange de sucção da bomba.

[1] Esta dedução foi já apresentada num artigo anterior (ver «Técnica», 1955, Novembro).

Quer dizer, a altura total de elevação da bomba representa a diferença entre a pressão dinâmica na flange de descarga da bomba e a pressão dinâmica na flange de sucção.

II-1] — *Hipóteses admitidas*

Na dedução da equação fundamental admitem-se as seguintes hipóteses:

1.ª] — A pressão dinâmica do líquido na flange de sucção da bomba é igual à pressão dinâmica à entrada do rotor [1]:

$$H_s = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2} \qquad (5)$$

em que:

p_1 . . . pressão à entrada do rotor;

V_1 . . . velocidade absoluta do líquido à entrada do rotor.

2.ª] — Na caixa da bomba, a transformação de pressão cinética em pressão estática faz-se de modo que a pressão dinâmica mantém-se constante; isto é, a pressão dinâmica na flange de descarga da bomba é igual à pressão dinâmica à saida do rotor:

$$H_d = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} \qquad (6)$$

em que:

p_2 . . . pressão do líquido à saída do rotor;

V_2 . . . velocidade absoluta do liquido à saída do rotor.

3.ª] — O número de pás do rotor é infinito ou, o que é equivalente, o movimento do líquido é perfeitamente dirigido pelas pás do rotor, não havendo turbulência nem circulação entre elas.

4.ª] — O espaço entre as pás do rotor está, em todos os instantes, completamente cheio de líquido.

5.ª] — Em todos os pontos à mesma distância r do centro do rotor, a velocidade do líquido é a mesma.

6.ª] — A perda de carga através da bomba é nula.

[1] Sem perda de generalidade, passaremos a considerar $\alpha = 1$.

Destas hipóteses resultam imediatamente as seguintes consequências:

— da 1.ª e 2.ª), a equação (4) toma a forma:

$$\bar{\bar{z}} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \qquad (7)$$

— da 3.ª), o líquido deixa o rotor tangencialmente às pás do rotor

— da 4.ª e 5.ª), o estudo pode ser conduzido considerando a unidade de massa ou de peso de líquido circulante

II-2] *Dedução da equação* (1)

Sendo ω a velocidade angular do rotor, a força centrífuga, por unidade de peso do líquido, à distância r do centro é:

$$F_c = \frac{r\,\omega^2}{g} \qquad (8)$$

O trabalho elementar realizado no transporte dessa massa de r para $(r + \partial r)$ é:

$$\partial z_{fc} = \frac{\omega^2}{g} r\, \partial r$$

donde:

$$z_{fc} = \frac{\omega^2}{2g}(r_2^2 - r_1^2) \qquad (9)$$

sendo r_2 e r_1, respectivamente, os raios das circunferências exterior e interior do rotor.

Como:

$$v_1 = \omega\, r_1$$

$$v_2 = \omega\, r_2$$

sendo v a velocidade linear do rotor, vem

$$z_{fc} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \qquad (10)$$

Considerando o movimento relativo do líquido em relação ao rotor, a equação fundamental, relativa à unidade de peso do líquido circulante, escreve-se:

$$z_{fc} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{W_2^2 - W_1^2}{2g} + (h_2 - h_1) + P \qquad (11)$$

(1) Esta dedução é feita no curso de Química Tecnológica I. Apresenta-se, no entanto, por ser tratada de modo ligeiramente diferente.

em que

W_2 e W_1 ... velocidades relativas do líquido em relação ao rotor.

Atendendo a que:

$$h_2 - h_1 = o$$

$$P = o$$

$$z_{fc} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

a equação (11) escreve-se:

$$\frac{p_2 - p_1}{\gamma} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} - \frac{W_2^2 - W_1^2}{2g} \qquad (12)$$

Substituindo $\frac{p_2 - p_1}{\gamma}$ na equação (7):

$$\bar{\bar{z}} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}$$

vem finalmente:

$$\bar{\bar{z}} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} - \frac{W_2^2 - W_1^2}{2g} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \qquad (13)$$

$$= \frac{v_2^2 - v_1^2 + W_1^2 - W_2^2 + V_2^2 - V_1^2}{2g}$$

que é a chamada equação fundamental das bombas centrífugas. Esta equação ainda é susceptível de ser transformada. Na verdade, consideremos os triângulos relativos à entrada e à saída do rotor (fig. 3), em que:

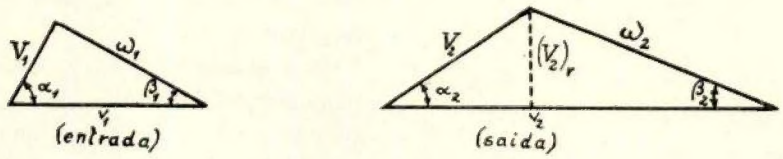


Fig. 3

v ... velocidade do rotor, tangente à circunferência interior (entrada) ou exterior (saída) do rotor.

V ... velocidade absoluta do líquido, tangente à pá correspondente.

Desses diagramas, resulta que:

$$W_1^2 = v_1^2 + V_1^2 - 2\, v_1\, V_1 \cos \alpha_1$$
$$W_2^2 = v_2^2 + V_2^2 - 2\, v_2\, V_2 \cos \alpha_2 \qquad (14)$$

donde, por substituição na equação (13), vem:

$$\bar{\bar{\tau}} = \frac{V_2\, v_2 \cos \alpha_2 - v_1\, V_1 \cos \alpha_1}{g} \qquad (15)$$

que é a forma corrente da equação fundamental

II-3] *Forma simplificada da equação fundamental*

Como simplificação, é costume admitir, de certo modo de acordo com os factos experimentais, que $\alpha_1 = 90°$.

Então, a equação (15) toma a forma:

$$\bar{\bar{\tau}} = \frac{v_2\, V_2 \cos \alpha_2}{g} = \frac{v_2\, (V_2)_V}{g} \qquad (16)$$

atendendo a que $(V_2 \cos \alpha_2)$ representa a projecção de V_2 sobre v_2.

Do triângulo das velocidades correspondente à saída do rotor (fig. 3), resulta que:

$$(V_2)_V = v_2 - (V)_r \cot g\, \beta_2$$

$$= v_2 - \frac{(V_2)_r}{tg\, \beta_2}$$

donde, por substituição na equação (16), se obtém finalmente:

$$\bar{\bar{\tau}} = \frac{v_2^2}{g} \left(1 - \frac{(V_2)_r}{tg\, \beta_2}\right) \qquad (17)$$

No caso de $\beta_2 = 90°$, o valor de $\bar{\bar{\tau}}$ é constante e igual a:

$$\bar{\bar{\tau}} = \frac{v^2}{g}$$

Nos casos correntes, o valor de β_2 é inferior a 90°, de modo que $\bar{\bar{\tau}}$ diminue à medida que $(V_2)_r$ aumenta. Como a componente radial de V_2 é proporcional ao caudal debitado pela bomba [1], a altura total de elevação da bomba diminui linearmente com o caudal. Na fig. 4, apresentam-se as rectas «altura total de elevação — capacidade», relativas a esses dois valores de β_2.

III] Curva caracteristica duma Bomba

A curva característica de uma bomba é a que traduz a variação da altura total de elevação da bomba com o caudal debitado. Teòricamente, apresenta o andamento indicado na fig. 4, em que ao ponto de caudal nulo corresponde a altura $\frac{v^2}{g}$. A curva real difere dessa pelos seguintes motivos:

— sendo o número de pás do rotor finito, há circulação do líquido e, por isso, este abandona o rotor segundo esse ângulo β'_2 inferior a β_2 (note-se que este facto não constitui uma perda mas um imprevisto na dedução feita).

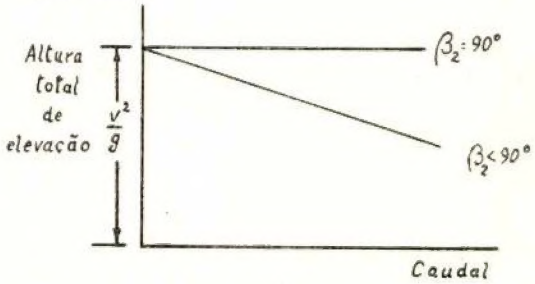


Fig. 4

— realmente, há a considerar perdas de carga quer à entrada, quer no rotor, quer à saída, os quais aumentam apròximadamente com o quadrado do caudal;

— para um dado rotor, rodando a uma dada velocidade, há só um valor do caudal para o qual o ângulo de entrada é β_1.

O andamento apresentado pela curva característica de uma bomba centrífuga é o indicado no diagrama da fig. 5.

Note-se que essa curva refere-se a um dado diâmetro do rotor e a uma dada velocidade de rotação deste. Variando uma ou outra destas grandezas, varia a curva característica da bomba. Essa variação pode ser determinada com base nas seguintes leis:

1.º] A diâmetro constante:

a) O caudal é directamente proporcional à velocidade do rotor.

b) A altura total de elevação é proporcional ao quadrado da velocidade do rotor.

c) A potência é proporcional ao cubo da velocidade do rotor [1].

---

[1] Basta atender a que o caudal representa o fluxo do vector V: $q = \int_s (V\, n)\, \delta S = \int_s (V_2)\, \delta S$.

[1] Esta só é apròximadamente verdadeira pois admite manter-se constante o rendimento da bomba.

2.º] A velocidade constante:

a) O caudal é directamente proporcional ao diâmetro do rotor.

b) A altura total de elevação é proporcional ao quadrado do diâmetro.

c) A potência é proporcional ao cubo do diâmetro [1].

IV | Ponto de funcionamento de uma bomba

Uma bomba não constitui uma unidade isolada mas sim um equipamento integrado numa canalização.

O caudal debitado pela bomba depende da canalização onde está inserida. Normalmente, uma bomba define-se pelo par de valores altura total de elevação-capacidade, correspondente ao ponto de máximo rendimento. Para a bomba indicada, esse ponto é definido pelas coordenados (fig. 5).

— caudal: 11,4 $m^3\ h^{-1}$

— altura total de elevação: 25,0 m C. A. [2]

Note-se, no entanto, que a bomba pode debitar um caudal de valor superior ou inferior a esse. A uma altura de elevação de 14 m, corresponde o caudal de 18,7 $m^3\ h^{-1}$; à de 30 m corresponde o de 3 $m^3\ h^{-1}$. Por isso, na prática, é importante conhecer o ponto de funcionamento de uma bomba, o que exige o conhecimento da curva característica da bomba [1] e a da canalização.

A curva característica da canalização é a que representa a variação do trabalho total necessário para transportar, através dessa canalização, a unidade de peso do líquido, em função do caudal que transita através dela. Determina-se tal curva por meio da equação fundamental do transporte de líquidos:

$$\bar{\bar{\tau}} = \frac{p_f - p_i}{\gamma} + \frac{\alpha\,(V_f^2 - V_i^2)}{2\,g} + (h_f - h_i) + P_{if} \quad (18)$$

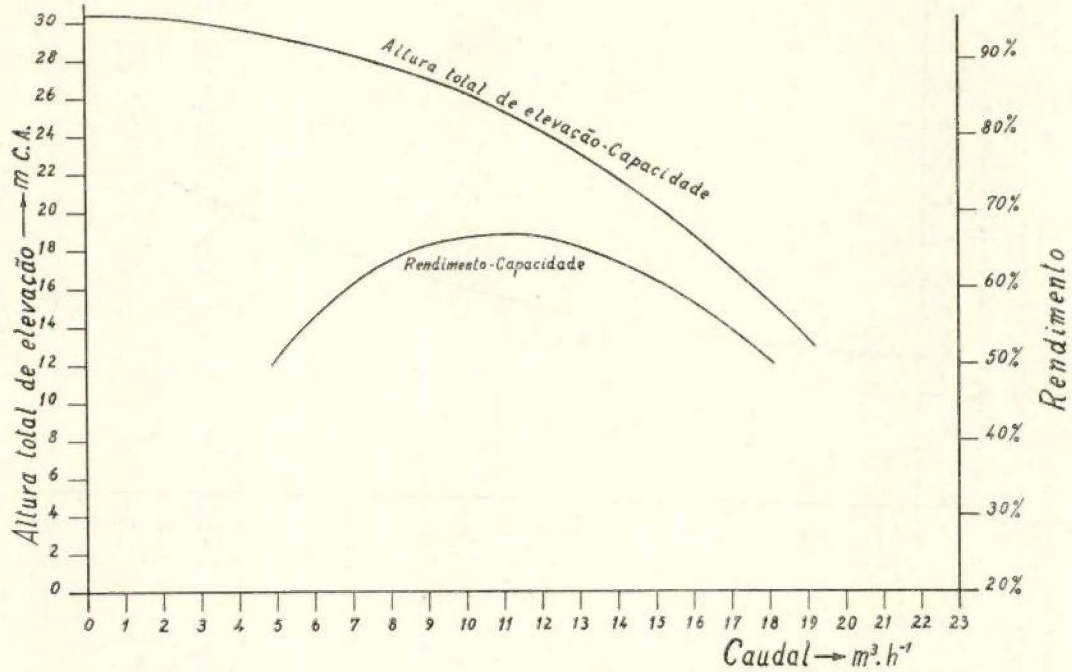


Fig. 5

para diferentes valores arbitrados do caudal. Para um valor nulo do caudal, a equação (18) escreve-se:

$$\left(\bar{\bar{\tau}}\right)_{q=0} = h_f - h_i$$

Aumentando o caudal, o valor de $\bar{\bar{\tau}}$ aumenta segundo uma curva que depende das características do líquido e da canalização. Seja a curva

(1) Esta só é aproximadamente verdadeira pois admite manter-se constante o rendimento da bomba.

(2) C. A. — coluna de água.

(1) Este facto realça a necessidade de se exigir ao fabricante tal dado, quando se adquire uma bomba.

indicada na fig. 6 representiva da curva de canalização. Estando a bomba anterior inserida nesta canalização, o caudal por esta debitado deve ser tal que resulta o mesmo valor para o trabalho realizado pela bomba e para o trabalho necessário para transportar o líquido. Quer dizer, o ponto de funcionamento da bomba corresponde ao ponto de intersecção da curva característica da bomba com a da canalização. No exemplo apontado (fig. 6) é definido pelas coordenadas:

caudal . . . . . 18,2 $m^3 h^{-1}$
altura de elevação . . . . . 15 m C. A.

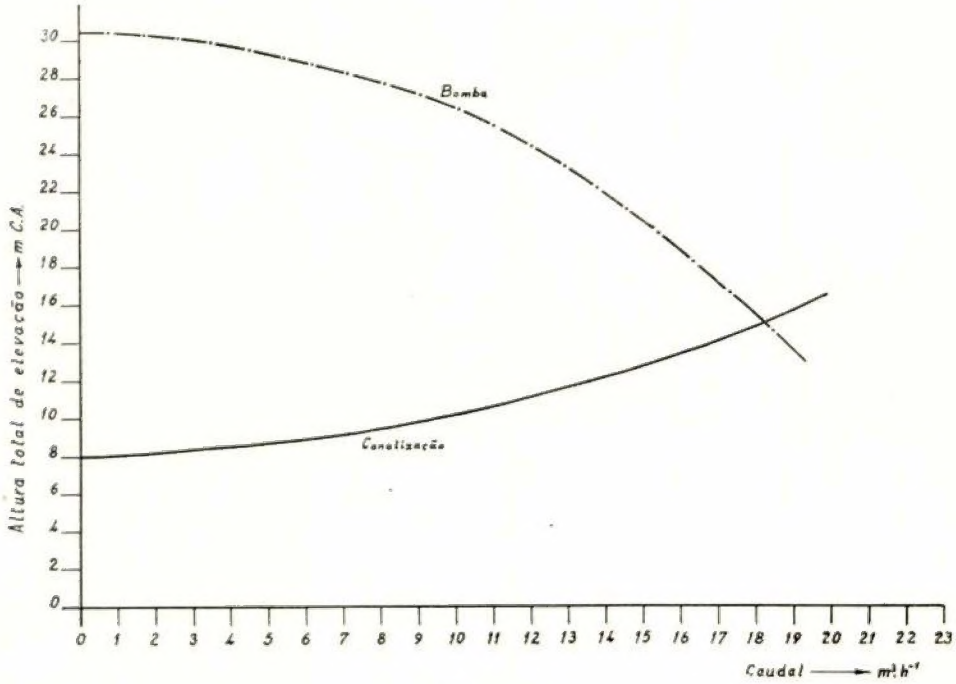


Fig. 6

Em certos casos, torna-se conveniente considerar o estudo em relação a um ponto determinado da canalização, por exemplo, um nó de uma derivação ou de uma ramificação. Seja, por exemplo, o caso considerado esquemàticamente na fig. 7:

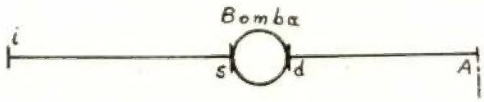


Fig. 7

em que A é o ponto da canalização em relação ao qual se pretende realizar tal estudo. Por unidade de peso de líquido transportado, a equação fundamental em relação ao troço (i — A) escreve-se:

$$\bar{\bar{z}} = (H_A - H_i) + (h_A - h_i) + P_{iA} \quad (19)$$

donde:

$$H_A + h_A = \bar{\bar{z}} + H_i + h_i - P_{iA} \quad (20)$$

em que:

H_A . . . pressão dinâmica do líquido no ponto A $\left(= \frac{p_A}{\gamma} + \frac{\alpha V^2_A}{2g}\right)$

h_A . . . cota (¹) do ponto A

$\bar{\bar{z}}$ . . . altura total de elevação da bomba correspondente ao caudal considerado

H_i . . . pressão dinâmica do líquido no ponto de toma $\left(= \frac{p_i}{\gamma} + \frac{\alpha V_i^2}{2g}\right)$

h_i . . . cota (¹) do ponto do toma

P_{iA} . . . perda de carga no troço (i — A) (²)

Ao valor $(H_A + h_A)$ dá-se o nome de trabalho disponível da bomba no ponto A e à curva que

(¹) As cotas h_A e h_i são definidas em relação a um mesmo plano de referência.

(²) Considera-se desprezível a perda de carga na bomba.